﴿بسم الله الرحمن الرحيم﴾

«مقدمة»

تعتبر امراض النبات من المشكلات العالمية التي تهدد الثروة الزراعية بخطر كبير وهي من العوامل التي تقلل الانتاج الزراعي وتخفض نوعيته. إن أمراض النبات تؤثر على الدخل القومي وخاصة في المجتمعات التي تعتمد على الزراعة في بناء إقتصادها والتي لاتزال بعيدة عن التكنولوچيا الحديثة.

جرت العادة أن يقوم أساتذة أمراض النبات بتأليف أو ترجمة الكتب التى تتعلق بأمراض النبات الناتجة عن مسببات تتكاثر وتنتقل ولها دورات حياة إبتداءً من الفطريات وانتهاءً بالفيرويد أو أدنى من ذلك، ولقد كتبوا واجادوا أيما إجادة، سواء في الدول العربية أو الأجنبية. أما بالنسبة للأمراض غير الطفيلية والتي تسمى أيضاً أمراض فسيولوجية، مع أنها أمراض حسب التعريف العلمي للمرض، إلا أنها كانت بعيدة عن دائرة الضوء من قبل هؤلاء الأساتذة وكان كل مايقوم به المؤلف أن يُذيل كتابه ببضع صفحات عن هذه الأمراض وياليته كتب عنها باهتمام وإنما الصفحات التي يكتبها غالباً ماتكون فى موضوع واحد هو نقص التغذية المعدنية (أعراض نقص العناصر). إن اعتذار اساتذة أمراض النبات عن الكتابة في الأمراض غير الطفيلية كان بسبب أن هذا الفرع أو الموضوع يهم قسم فسيولوجيا النبات. وعندما نسأل أساتذة فسيولوجيا النبات لماذا لاتكتبوا عن أمراض النبات غير الطفيلية؟ يكون ردهم أن هذا من تخصص أساتذة أمراض النبات ونحن نكتب عن قليل من الاضطرابات الفسيولوجية ونقص العناصر فقط، وبين هذا وذاك ضاع هذا الفرع من أمراض النبات او نال النذر اليسير من البحث وسقطت الأمراض غير الطفيلية فى بؤرة الضياع.

وأود أن أبين في هذه المقدمة أن أمراض النبات غير الطفيلية ليست هي أمراض نقص العناصر او التغذية المعدنية فقط، وإنما هي جميع الانحرافات الفسيولوجية عن الحالة الطبيعية فى النبات والناتجة عن مسببات غير حيوية والتى تظهر إبتداءً من زراعة البذرة لغاية وصول الناتج إلى يد المستهلك أياً كان نوع المادة الناتجة سواء ثمار فاكهة أو خضروات أو

الياف أو علف للماشية. إن مسببات هذه الأمراض تشمل مجالات كثيرة سوف نطرقها فى صفحات هذا الكتاب.

إن اساتذة أمراض النبات يسمون هذه المجموعة من الأمراض باسم الأمراض غير الطفيلية أو غير المعدية لأن تعاملهم في الغالب مع المواد والمسببات الحية، أما أساتذة فسيولوجيا النبات فيسموها الأمراض الفسيولوجية. وحسب ماوصل إليه علمي من ناحية امراض النبات غير الطفيلية فإني لم أجد الكتاب الشامل الجامع لهذه المجموعة من الأمراض سواء في الكتب العربية أو الأجنبية وانما هي موزعة على كتب الفسيولوجيا، تلوث البيئة وغير ذلك وبالتالي حاولت جاهداً أن أضع هذا الكتاب ليشمل أكبر عدد ممكن من الأمراض مع ذكر مسبباتها واعراضها وقليلاً عن الناحية الفسيولوجية، عسى أن يكون أول لبنة تبنى عليه كتب أخرى لترقى بهذا الفرع وتهتم به.

يشمل هذا الكتاب خمسة أبواب:

الباب الأول يبحث في عوامل التربة التي تسبب امراض نبات غير طفيلية. فنذكر رطوبة التربة وتأثيرها على احداث الأمراض ووظيفة الماء والرطوبة وتأثير زيادتهما أو نقصهما والامراض التى تتسبب عن ذلك. هناك امراض كثيرة كتبت عنها فى هذا الموضوع. ثم يبحث بعد ذلك فى حرارة وتهوية التربة ومايتعلق بها من أضرار للنباتات. بعد ذلك دخلنا في الاضطرابات الغذائية من نقص وزيادة العناصر الغذائية الضرورية للنبات وقد إتبعت منهاجاً خاصاً في كتابة اعراض نقص العناصر حيث كنت أكتب الاعراض العامة ثم الاعراض على بعض النباتات الهامة الاقتصادية ثم أكتب الأمراض المتسببة عن نقص أو زيادة العنصر. ثم بعد ذلك كتبت عن التسمم الذي تسببه بعض العناصر. وأعتقد أني كتبت مافيه الكفاية في هذا المجال وزودت الموضوع بأشكال واضحة جيدة.

أما الباب الثاني من الكتاب فيشمل العوامل المناخية من حرارة الجو سواء كانت عالية أو منخفضة والامراض التى تتسبب عن كل منهما. وكان منهجي في كتابة الأمراض هو كتابة

الأمراض الشائعة سواء كانت موجودة فى بلادنا العربية أم لا، ولكن قدر الامكان إقتصرت على الأمراض التي يمكن أن تكون في بيئتنا العربية، مع أنه لامانع من أن يتعرف الباحث والطالب على أمراض أخرى في غير منطقته. كذلك تكلمت عن الرياح، البرق، البَرَدْ والثلج والاضرار التي تسببها للنبات والأمراض التي تظهرها على بعض من المحاصيل.

الباب الثالث يشمل العمليات الزراعية إبتداءً من تجهيز الأرض للزراعة لغاية جمع المحصول ونقله إلى المخزن ثم تسويقة. أهم العمليات الزراعية التي تكلمت عنها هي استعمال المبيدات بأنواعها سواء كانت حشرية أو فطرية أو مبيدات حشائش أو نيماتودا وتكلمت قليلاً عن منظمات النمو النباتية.

أما الباب الرابع فهو يتكلم عن ملوثات الجو وماتسببه من أضرار للنباتات، وهذا الموضوع من الموضوعات الهامة فى هذه الأيام، ولعلنا نسمع دائماً عن تلوث البيئة وأهمية تلوث البيئة. وذكرت فى هذا الباب أضرار تلوث البيئة وكيف أن هذا التلوث ينافس الإنسان ويحطم نباتاته التي يقتات بها ويعتمد عليها في جميع أمور حياته. ولقد كتبت عن التلوث من حيث نواحي الاضرار التي تحدث للنباتات وأترك للقارىء أن يرجع إلى هذا الباب ليستزيد منه مايريد.

يشمل الباب الخامس عوامل التخزين. تكلمت عن المخزن وكيفية تأثير المخزن على النبات والأمراض التي تحدث على المنتجات النباتية أثناء التخزين. ثم تكلمت عن أضرار التبريد وامراض المخازن. لقد تكلمت في هذا الباب عن كثير من الأمراض.

هناك عدة أمراض لم يصل علمي إلى المسبب الحقيقي لها، إما لقصور في همتي او لعدم توفر المراجع التي تؤكد مسببات هذه الأمراض، لذلك لكي لاأفتي بما لاأعلم فاني وضعت هذه المجموعة من الأمراض تحت عنوان أمراض غير مؤكدة المسبب.

في آخر هذه المقدمة أود أن اذكر القاريء الكريم بالنقاط التالية:

١ – هناك أمراض غير طفيلية كثيرة يطلق عليها فى عديد من المراجع المختلفة أسماء مختلفة، لذلك عند قراءة الأمراض يجب أن لايهتم كثيراً بالأسماء (قليل من الأمراض) وإنما نهتم بالمضمون والاعراض وماتدل عليه من أضرار.

٢ – كنت أستعمل كلمة مرض أو ضرر كمترادفات تحل اي منهما محل الأخرى، وكذلك كلمة أعراض ومظاهر كمترادفات أيضاً، لأن ذلك مطروقاً في بعض الكتب الأجنبية.

٣ – لم أهتم بالناحية الفسيولوجية كثيراً وإنما بالأمور التى تهم أخصائى أمراض النبات من الناحية الفسيولوجية التوضيحية لحدوث المرض. أما الناحية التشريحية لتأثير المرض على النبات فلم أتكلم عنها مطلقاً وذلك حتى لانضيع في متاهات الناحية العلمية البحتة بين الفسيولوجيا والتشريح.

٤ – بالنسبة للأمراض التي تصيب النباتات غير الاقتصادية وغير الشائعة في بلادنا العربية لم احاول أن أتكلم عنها وإذا كان لابد فبالاسم فقط.

٥ – بالنسبة للمراجع فإنها كثيرة جداً ومعظمها أبحاث، لذلك فانني في الكتابة كنت أبنى للمجهول دائماً فاقول وُجدَ، عُلم وهكذا حتى لاأضطر إلى كتابة اسماء العلماء ومن ثم كتابة المراجع. لذلك فإن المراجع المكتوبة في آخر كل باب هي مختصرة وفي آخر الكتاب وضعت قائمة مختصرة. وأني اهملت كتابة معظم المراجع التى هي قبل سنة ١٩٤٠. وضعت في آخر كل باب قائمة بأهم المراجع ثم وضعت في آخر الكتاب قائمة بالمراجع التي تستعمل في كل الأبواب.

بعد هذه المقدمة أستطيع أن أقول إن هذا الكتاب نواة صغيرة في مجال أمراض النبات غير الطفيلية حيث أن المكتبة العربية تطلب المزيد من الكتب في اي مجال وخاصة من مثل هذا الكتاب الذي يقسم الأمراض غير الطفيلية حسب مسبباتها واعراضها ومحاولة تقليل أضرارها. ولان مؤلف الكتاب إنسان عادي فمن الطبيعي أن لايفي هذا الكتاب بكل ماهو مطلوب ولابد من وجود نقص كبير فيه وأن الكمال لله سبحانه وتعالى، وإنما هو خطوة جديدة في طريق العلم الشاق الطويل. ونأمل من الله إذ أتقدم بهذا الجهد المتواضع أن أكون قد

وفقت في تقديم فائدة بسيطة لمن يقرأ هذا الكتاب. وأود أن أقدم إعتذاري إلى جميع القارئين والمتخصصين الذين قد يجدوا أخطاءً غير مقصودة قد تكون فى الأسماء أو في بعض الاصطلاحات العلمية وكنت أظنها صحيحة ولكن الصحيح غير ذلك حيث أن الكمال لله سبحانه وتعالى.

«والله من وراء القصد»

المؤلف
د. محمود موسى أبو عرقوب
١/ ٩/ ١٩٩٢



الامراض غير الطفيلية
Non - Parasitic Diseases

تمهيد:

يبحث هذا الكتاب في الأمراض غير الطفيلية وتسمى أيضاً الأمراض غير المعدية Non infectious Diseases وتسمى أيضاً الأمراض الفسيولوجية Physiological Diseases. تحدث هذه الأمراض عن مسببات كثيرة لايتدخل فيها المسببات الحيوية او الطفيلية. لقد درست هذه الأمراض منذ القدم دراسة علمية. هذه المجموعة من الأمراض لها اعراضاً خاصة بها قد لاتكون مميزة عن اعراض الأمراض الطفيلية الأخرى أحياناً، وفى أحيان أخرى تكون أعراضها خاصة بها وقد لاتنتج عن المسببات المرضية المعدية او الطفيلية. هناك مجموعة من الأعراض معروفة مسبباتها جيداً ومفسرة علمياً في حين أن بعض الأعراض الأخرى لاتزال قيد البحث والدراسة. إن بعض الاعراض والتأثيرات لأمراض معينة تكون واضحة ومعروفة جيداً، في حين أن العامل او مجموعة العوامل المسببة لتلك الاعراض لايزال مشكوك فيها. وقد وَضَعْتُ مجموعة أمراض فى آخر هذا الكتاب تحت اسم أمراض غير مؤكدة المسبب.

صفات الأمراض غير الطفيلية:

تكون الصفات العامة لأمراض النبات غير الطفيلية كالآتي:

١ – تتسبب عن زيادة أو نقص أي من الظروف أو العوامل التي تكون ضرورية لحياة النبات أو تكون عوامل مساعدة لاتمام حياة النبات.

٢ – لايمكن أن تنتقل بالعدوى، حيث أن امراض النبات غير الطفيلية لاتنتقل من النبات المريض إلى النبات السليم.

٣ – تظهر الأمراض غير الطفيلية في أي طور من أطوار حياة النبات أو أي مرحلة من مراحل النمو النباتي مثل، البذرة، البادرة، النبات بأكمله (الكامل النمو) والثمرة. يمكن أن تسبب اضراراً في الحقل، المخزن، او في السوق.

٤ – تختلف أعرض الأمراض غير الطفيلية في شدتها وفي نوعها باختلاف العامل الخاص المسبب للمرض، من حيث مدى إنحراف هذا المسبب عن النسبة المثلى المطلوبة منه للنمو النموذجي للنبات، حيث تتراوح الأعراض من أضرار بسيطة إلى أضرار شديدة يمكن أن تسبب موت النبات.

تشخيص الأمراض غير الطفيلية: Diagnosis of Non- parasitic Diseases

١ – يكون تشخيص الأمراض غير الطفيلية احياناً سهلاً، وهذا يعتمد على وجود أعراض مميزة على النبات تكون معروفة بانها تتسبب عن اضطراب (زيادة أو نقص) عامل خاص معين نو تأثير في حياة النبات مثل نقص العناصر أو زيادة الرطوبة الارضية او الحرارة.. إلخ.

٢ – عن طريق فحص وتحليل الظروف الجوية المحيطة السائدة قبل وأثناء ظهور المرض، مثل التغيرات الحديثة في الجو وملوثات التربة في او بالقرب من المنطقة التي تنمو فيها النباتات، العمليات الزراعية او احتمالية حدوث تغيرات مصادفةً في مجرى هذه العوامل تسبق حدوث المرض. وعلى أية حال فانه كثيراً ماتكون أعراض الامراض غير الطفيلية الشديدة غير واضحة التمييز عن أعراض الأمراض الطفيلية وتكون مشابهة تماماً لتلك الاعراض المتسببة عن عديد من الفيروسات وعن كثير من الكائنات المرضة للجذور. عندئذٍ يكون تشخيص مثل هذه الأمراض غير الطفيلية من الأمور المعقدة جداً ويعتمد على إثبات عدم وجود اي من الكائنات المرضة الأخرى في النبات المريض، التي يمكن أن تسبب نفس الأعراض المرضية.

٣ – ويعتمد التشخيص أيضاً على إمكانية اعادة احداث المرض على النباتات السليمة بعد تعرضها لمثل تلك الظروف التي وقع تحتها النبات المريض موضوع الدراسة، والتي يعتقد أنها مسببة المرض.

٤ – لاجراء زيادة في التمييز وتشخيص الامراض غير الطفيلية فيجب على الباحث أن يقوم بعملية معالجة للنباتات المريضة (إذا كان ذلك ممكناً) وذلك عن طريق أخذ تلك النباتات

المريضة وتنميتها تحت ظروف مشابهة للظروف المثلى من العوامل التى يُعتقد أو يَعتقد الباحث بأنها السبب فى ظهور المرض. إذا تمت المعالجة فيكون التشخيص صحيحاً، وإلا فيجب عليه أن يبحث عن مسبب آخر للمرض.

عوامل مسببات أمراض النبات غير الطفيلية:

تتسبب أمراض النبات غير الطفيلية عن عدة عوامل يمكن وضعها في مجموعات كالآتي:

١ - عوامل متعلقة بالتربة.
٢ - عوامل متعلقة بالظروف الجوية والمناخ في منطقة زراعة النبات.
٣ - عوامل متعلقة بالعمليات والاجراءات الزراعية.
٤ - عوامل متعلقة بالملوثات الهوائية أو الجوية.
٥ - عوامل متعلقة بالظروف التخزينية (عوامل المخزن).

وفي الصفحات القادمة من الكتاب تفصيلاً واضحاً عن كل عامل من هذه العوامل.

الباب الأول

العوامل المتعلقة بالتربة

Soil Factors



الفصل الأول

رطوبة التربة

Soil Moisture

قبل أن نتكلم عن الطرق التي بواسطتها يمكن للتقلبات المائية فى التربة أن تؤثر على نمو وإنتاجية المحاصيل النباتية، سوف نتكلم باختصار عن وظائف ودور الماء في حياة النبات.

وظائف الماء ودوره فى حياة النبات:

يستعمل النبات الماء في عديد من العمليات الحيوية والفسيولوجية ويكون إستعمال الماء كالآتى:

١ - يقوم الماء بدور المذيب، الناقل والموزع للغذاء والمواد الممتصة من التربة بواسطة جذور النبات إلى جميع أجزاء النبات ومن خلية إلى خلية أخرى خلال جسم النبات، وبالتالى فإن الماء يكون ٨٠ - ٩٠٪ بالوزن من خلايا النبات الفعالة والنشيطة.

٢ - يقوم الماء بدور المادة الخام التي تدخل في تغذية النبات (ماء + ثاني أكسيد الكربون). وله الدور الفعال والاساسى في بناء وتصنيع المواد الغذائية الكربوهيدراتية، وفي عملية التمثيل الكلوروفيلي، وفي جميع النباتات الخضراء، وبالتالي فان الماء يكون هو المؤسس الأصلي لهيدروجين واكسجين السكريات والنشا والتي تستعمل فيما بعد في التغذية، وكذلك فانهما يدخلان جزئياً في العمليات الكيماوية الضرورية الأخرى مثل عملية تحليل hydrolysis للمواد الغذائية المعقدة مثل الكربوهيدرات، البروتينات والدهون.

٣ - يعتبر الماء المادة الضرورية والأساسية للمحافظة على إنتفاخ الخلايا النباتية والمحافظة على توازن الضغط في الخلايا الحية، حيث أن هاتين العمليتين من الضرورة بمكان واساسيتان في نمو النبات.

٤ – يشجع الماء عملية النتح والتبخر في النبات. حيث أن فقد الماء خلال الاجزاء الهوائية للنبات يشجع وينظم نمو النبات، يعتبر فقد الماء عن طريق النتح طريقة لقياس نمو النبات وتجمع المادة الصلبة فيه.

إن التركيب الداخلي والشكل الخارجي للنبات يمكن أن يتغير كثيراً (Profoundly) عن طريق التغيرات في العلاقات المائية، إما بسبب رطوبة التربة أو بسبب الرطوبة الجوية في الهواء. إن الدراسة التفصيلية لهذه الاوضاع (التغيرات) يمكن أن تقودنا إلى مجال فسيولوجيا النبات والبيئة النباتية والذي ليس هو مجال حديثنا الآن، ولكن يجب أن يكون واضحاً أن زيادة أو قلة الماء لها تأثير كبير على تغذية النبات وعلى العمليات الفسيولوجية بحيث أنها تساعد على اظهار الاوضاع المرضية او تساعد في موت الخلايا، الأنسجة، الاعضاء أو النبات بأكمله.

التأثيرات العامة للتقلبات المائية في النبات:

إن المتطلبات الدائمة والمستمرة للماء من قبل المحاصيل النباتية تختلف كثيراً حسب نوع النبات وحسب البيئة التي ينمو فيها النبات. هناك أنواعاً نباتية تكون شديدة الحساسية للتقلبات في كمية الماء، وعلى العكس من ذلك هناك أنواعاً أخرى حساسيتها قليلة عند حدوث تلك التقلبات. هناك أنواعاً من النباتات تحتاج إلى الماء باستمرار (شراهة حب الماء) وهناك نباتات متوسطة من حيث حبها للماء وأخرى تعيش في المناطق الجافة مثل النباتات الصحراوية التي تعيش على ندى ورطوبة الجو.

وبالتالى وحسب ماذكر فان زيادة كمية الماء بالنسبة للنباتات غير المحبة كثيراً للماء تؤدي إلى حدوث أعراض مرضية، وعلى العكس من ذلك فان قلة الماء بالنسبة للنباتات شديدة الحب للماء يؤدي إلى حدوث اعراض مرضية. هذا من ناحية كمية الماء، إلا أن هناك تأثيراً آخر للماء وهو التوقيت غير المناسب لإضافة الماء للتربة، حيث أن اضافة الماء للنباتات في الوقت غير المناسب لها فسيولوجياً يؤدى إلى حدوث أعراض مرضية، والعكس صحيح.

يمكن القول باختصار أن سلامة النبات تتأثر بكمية الرطوبة التى يتزود بها النبات سواء عن طريق التربة أو عن طريق الجو (المطر، الندى) وإن الكمية الضرورية لنمو وتكشف النبات

(الوضع العادى Normal) تتأثر بواسطة عوامل بيئية مختلفة، مثل الحرارة، الرياح، أشعة الشمس والصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة. يمكن القول أن تأثير نقص الماء يختلف حسب الحالات الآتية:

١ – النقص الحاد والمفاجيء للماء أو في حالات النقص الشديدة للماء والتي تستمر لمدة طويلة، تكون الاستجابة الأولية والملاحظة لهذه الحالة هو الذبول، تدلي او سقوط الاوراق والنموات الحديثة أو التفاف الأوراق وبقاؤها على النبات.

٢ – عندما يكون فقد الماء أسرع او اكثر من كمية الماء الممتصة بواسطة النبات من التربة، حيث أنه في هذه الحالة تنخفض حالة الانتفاخ في الخلايا (لأنه في الحالة الطبيعية تكون الخلايا في وضع مشدود او صلب) وتصبح رخوة ومترهلة. عندئذ يظهر مايسمى الذبول الفسيولوجي وهو ظاهرة واضحة وعلامة على شدة حر نهار الصيف، ولكن عندما يزود النبات بالماء تعود الخلايا للانتفاخ ثانية او عندما تنخفض الحرارة او عندما يقل النتح وبالتالي فانه في تلك الحالة يتوقف النمو مؤقتاً. إن التأثير الواضح والملاحظ لإنخفاض تزويد النبات بالماء هو ظاهرة توقف النمو والتقزم في النبات. عادة مايكون نقص الرطوبة في الحالات العادية مرتبطاً مع إرتفاع درجات الحرارة وزيادة شدة الكثافة الضوئية لأشعة الشمس.

إن زيادة توفر الماء للنبات يشجع النمو ويؤدى إلى تكون أنسجة عصارية وهذا يكون مغايراً للنمو الطبيعى للنبات حيث تكون الأنسجة أكثر صلابة عندما تزود بكمية مناسبة من الماء.

أولاً : نقص الرطوبة Effect of Moisture Defficiency

إذا حدث وأن حصل نقصاً في الرطوبة المتوفرة للنبات سواء عن طريق التربة (الجذور) أو عن طريق المجموع الخضري ولم يتم تزويد النبات برطوبة كافية لترجع الأوضاع إلى ماكانت عليه سابقاً فيظهر على النبات عدة أعراض منها:-

(١) الظمأ أو الجفاف Drought:

يظهر الظمأ كاستجابة للنبات على المجموع الخضري ويكون بشكل اصفرا ر واضح، احمرار أو تلونات أخرى تكون متبوعة بسقوط الأوراق في النباتات الخشبية. يظهر في النباتات التي تعاني من الظمأ مناطق بنية ميتة يمكن أن تظهر في المناطق التي بين العروق في الورقة، يظهر حلقة ملونة في مراكز تلك المناطق، يمكن أن تلتفح الاوراق او تحترق أجزاء من حوافها أو قممها. يجب أن لاننسى أن هناك عوامل أخرى مثل المواد السامة التي تؤثر داخلياً أو خارجياً وكذلك الكثافة الضوئية والحرارة يمكن أن تؤدي إلى اظهار أعراض قريبة أو مشابهة إلي حد ما لأعراض الظمأ في النباتات.

أما في حالة الأشجار الخشبية فإن تأثير الظمأ لايكون واضحاً بشكل تام في نفس الموسم الذي حدث فيه نقص الماء ولكن يمكن أن يتأخر تأثير الظمأ إلى الموسم اللاحق حيث تتكون نموات حديثة صغيرة وضعيفة ويظهر موت رجعى (موت القمم) في الأغصان ويؤدي إلى ظاهرة احتراق قمم الأغصان.

(٢) خفض كمية الغذاء المخزن في النبات

يتداخل نقص الرطوبة في العمليات الغذائية وفي عملية التمثيل الكلوروفيلي في النبات وهذا يؤدي إلى تقليل إنتاج وتخزين المواد الغذائية. وهناك أمثلة عديدة على ذلك منها:

أ) في حالة المحاصيل الجذرية والدرنية فإن الجذور والدرنات تبقى صغيرة.

ب) في حالة محاصيل الحبوب تبقى الحبوب صغيرة ومجعدة.

جـ) يظهر في ثمار الفواكه تبقعات وتشوهات أو تكون الثمار أصغر من حجمها الطبيعي أو تتجعد وتسقط قبل نضجها.

د) أما بالنسبة للنباتات العشبية أو شجيرات المشاتل التي كثيراً ما يتكرر عليها تقلبات نقص الماء، فإن هذه التقلبات تؤدي إلى إما موت النبات أو توقف نموه.

إذا مانمت بادرات النباتات الشعبية في رطوبة جوية عالية في الصوبات الزجاجية أو في المراقد الدافئة او في الاطارات الباردة فيظهر على النباتات صفات مميزة حيث تصبح طبقة الكيوتكل ضعيفة وجدر خلايا البشرة رقيقة والأنسجة بشكل عام ضعيفة. كل ذلك يجعل النبات لايستطيع أن يقاوم سرعة النتح في الهواء الجاف، وبالتالي فإن مثل هذه النباتات إذا مانقلت فجأة إلى الحقل، فمن الممكن أن تنبل فجأة وبسرعة وهذا يؤدي إلى موتها ولاسيما إذا تكسر أو تقطع المجموع الجذري لان هذا يزيد من الاضرار. وفي هذه الحالة يمكن تقليل أضرار فقد الرطوبة عن طريق النتح باتباع الطرق الآتية:

١ - تقسية النبات hardening وذلك عن طريق تعريضه تدريجياً إلى ظروف تقارب الظروف السائدة في الحقل، وهذا أفضل من تعريضها للتغيرات المفاجأة.

٢ - الاهتمام الكبير بالمجموع الجذري والعناية به لعدم احداث تقطيعات أثناء النقل.

٣ - ازالة القمم في المجموع الخضري أو تقليل الأوراق إلى أقل عدد ممكن وذلك لإحداث توازن بين فقد الماء بالنتح وإمتصاصه عن طريق الجذور حيث تكون الجذور في بداية نقل النبات ضعيفة وبطيئة إمتصاص الماء، ولكن بعد مدة تتثبت في التربة وتصبح قادرة على إمتصاص الماء الضروري واللازم للنبات.

٤ - وقاية النباتات المنقولة من أشعة الشمس المباشرة أو من الرياح القوية وذلك لتقليل عملية النتح حتى يصبح النبات قوياً ومتماسكاً في التربة.

إن كثيراً من النباتات التي تنقل من المشاتل إلى الأرض الدائمة (الحقل) أو إلى داخل البيوت حيث الهواء الجاف، تكون في البداية غير قادرة على تكييف نفسها مع الظروف الجديدة (خاصة النباتات الرهيفة النامية في الصوبات الزجاجية)، فهذه النباتات لاتلبث أن تنبل وتتساقط أوراقها وأخيراً تموت.

ثانياً: بعض تأثيرات زيادة الرطوبة Some Effects of Excess Moisture

إن التأثيرات الضارة للأراضي الغدقة بالماء سوف تشرح في موضوع تهوية التربة. لقد تبين أنه بالإضافة إلى ظاهرة الاصفرار والتحلل التي تظهر على النباتات وتكون مرتبطة بتزويد التربة بكميات كبيرة من الماء، هناك اضراراً كثيرة منها:

١ – نقص حاد في الانتاج. لقد إتجهت الانظار حديثاً إلى ملاحظة أن أي تأثير على النبات والذي يكون ناتجاً عن طرد الاكسجين من التربة او خفض التهوية في التربة نتيجة لقلة الاكسجين أو زيادة ثاني اكسيد الكربون الذي لايمكن حمله بعيداً، هذه الظروف تؤثر مباشرة على النبات او على الكائنات الحية الدقيقة في التربة. إن ذلك يقلل إنتاجية النبات مباشرة وذلك للضعف الشديد الذي يحدث للنبات او عن طريق غير مباشر حيث يخفض نشاط الكائنات الحية الدقيقة في التربة والتي يكون لها دوراً فعالاً في نمو بعض الأنواع النباتية وبالتالى يقل إنتاج النبات.

٢ – يصبح النبات اكثر قابلية للاصابة بالأمراض الطفيلية. لقد تبين أن تزويد التربة بكميات كبيرة من الماء يؤدي إلى حدوث نموات عصارية تكون أكثر قابلية للاصابة أو للغزو من قبل الكائنات المرضة الطفيلية مثل البكتيريا والفطريات، عدا عن أن هذه النموات الغضة تكون أكثر حساسية للحرارة أو البرودة وهذا يمكن مشاهدته في سمطة الشمس في البطاطس sun scald of potato.

عندما تهطل الأمطار في ظروف جوية دافئة وتكون الرطوبة عالية حيث تنخفض كثيراً نسبة التبخر وتزداد كمية الماء في التربة، هذه الظروف اذا تبعها درجات حرارة عالية وأشعة شمس مباشرة عندئذٍ يحدث اضراراً كثيرة لأنسجة الاوراق المغمورة بالماء وكثيراً ماتتأثر فجأة وتموت.

٣ – حدوث لفحة للوريقات النباتية أو أجزاء من الوريقات النباتية. تبدو الوريقات ذات لون بني أو أصفر داكن، إن هذا المرض يُحدِث التباساً لكثير من الدارسين حيث يتداخل مع الأعراض الناتجة عن الاصابة بالفيروسات وخاصة مسببات اللفحات في الاجزاء الخضرية للنبات. ولكن يمكن تمييز هذا العرض والتأكد من أنه غير طفيلي وذلك بتخفيض كمية الرطوبة سواء على سطح النبات أو في التربة، عندئذٍ تعود النباتات وتعطي وريقات سليمة خالية من العرض المرضي.

٤ – تصبح جدر الخلايا النباتية هشة وضعيفة: تحدث تغيرات في بعض التركيبات في النباتات التي تكون معرضة لكميات كبيرة من الرطوبة، حيث يزداد نمو النبات وتصبح

النباتات رفيعة وهيفاء وطويلة والخلايا ذات جدر رقيقة وضعيفة لاتستطيع مقاومة الرياح أو مقاومة الكائنات المرضة الأخرى. وكذلك فإن زيادة الرطوبة تؤدي إلى تمزق الأعضاء اللحمية او أعضاء التخزين في النبات وتجعل الأنسجة الداخلية لهذه الاعضاء متلامسة مباشرة مع حبيبات التربة فيحدث لها تعفنات مختلفة نتيجة الاصابة بكائنات التربة المرضة أو المترممة احياناً . يظهر هذا في الجذور اللحمية، الدرنات، السيقان، أو الثمار وتكون هذه الظاهرة اكثر وضوحاً في التشققات التي تحدث في جذور الجزر، Kohl - rabi، البنجر، اللفت وحتى في سيقان النباتات العشبية.

أما في درنات البطاطس فيحدث داخل الدرنة تمزق داخلي ويظهر قلب الدرنة مجوفاً وهذا مايسمى بالقلب الأجوف في البطاطس Hollow heart. تحدث الفجوة داخل الدرنة وفي مركزها وتكون الفجوة أحياناً محاطة بنسيج بني، وهذا اللون يكون نتيجة لاكسدة الأنسجة المحيطة بالفجوة. يظهر القلب الأجوف كثيراً في البطاطس التي تكون قد نمت تحت ظروف عالية من الرطوبة الأرضية سواء كانت هذه الرطوبة ناتجة عن زيادة الامطار او عن تكرار مرات الري في الحقل.

كذلك يحدث تمزق لجدر الثمار الناضجة وذات الجدر الرقيقة مثل الكرز، البرقوق، الطماطم، التين، عندما تسقط الامطار بغزارة بعد فترة جفاف طويلة تمر فيها هذه النباتات، وهذا يكون واضحاً في نهاية موسم النضج إذا تأخر جمع الثمار وسقطت الامطار. هذه الظاهرة لايمكن التحكم بها إذا كانت زيادة الرطوبة ناتجة عن الامطار، إلا بجمع الثمار مبكراً، اما إذا كانت زيادة الرطوبة عن طريق الري فيمكن التحكم بها تماماً ولاتظهر إذا كان المزارعون يعرفون مواعيد الري ومدته وضرورة التوقف عنه عند نضج الثمار.

٥ – حدوث ظاهرة الاستسقاء Oedema: يظهر على النباتات التي تخضع لكميات كبيرة من الرطوبة إتساعات في نمو الاعضاء تأخذ شكل العقد أو البثرات وغالباً ماتكون هذه الاتساعات واضحة على الاعضاء المختلفة مثل السيقان، الاوراق او الثمار، حيث تتجمع الخلايا المتسعة مع بعضها البعض مؤدية إلى تكوين مايعرف بالانتفاخ Intumescenc-es، بينما إذا إزداد الاتساع والانتفاخ يحدث تغير في التركيب الداخلي لهذه الأنسجة

وتكبر كثيراً وتشكل مايعرف بالمرض المعروف بالاستسقاء Dropsy or Oedema. إن مثل هذه الاضطرابات قد حدثت في الطماطم ووصفت بالتفصيل في اوائل القرن الحالي، ثبت أن المرض ناتج عن كثرة الماء ولم تستبعد أهمية إنخفاض كمية الضوء وعدم توفر الحرارة المناسبة للنبات كعوامل مساعدة في حدوث المرض.

ظهرت عدة نظريات تحاول تفسير ظاهرة الاستسقاء او الانتفاخ او الانحرافات عن النموات الطبيعية في النبات نتيجة زيادة الرطوبة، هذه النظريات متوفرة ومذكورة باسهاب في كتب فسيولوجيا النبات. ولكن الذي يهمنا هنا في هذا الكتاب ويكفي بالغرض هو التوضيح الاتي:

يحدث إضطرابات في تغذية الخلايا ونتيجة لذلك يتكون جدر خلوية ضعيفة نسبياً بينما تصبح الخلايا متخمة بالعصارة الخلوية وتنتفخ ويصبح حجمها عدة أضعاف الحجم الطبيعي لها. ولقد امكن احداث الانتفاخ صناعياً بالتجارب وذلك عن طريق استعمال مواد كيماوية حاثة على الانتفاخ او عن طريق تنبيه الخلايا ميكانيكياً. إن ظاهرة تمزق او تثقب الاوراق، والتي تكون فيها الاوراق ممزقة طولياً او كثيرة الثقوب والفتحات غير المنتظمة، هذه الظاهرة تكون مرتبطة بتكوين التضخم من منطقة نشأت العضو النباتي. كذلك من أعراض الاستسقاء التي تظهر على النباتات هو تكوين عُديسات متطاولة في البطاطس او على الأجزاء النباتية تحت سطح التربة كنتيجة لزيادة رطوبة التربة، هي أيضاً مشابهة لتكوين الانتفاخ. إن مايسمى بمرض سفعة الشمس Tan disease مرتبطاً إلى حد ما مع زيادة نسبة الرطوبة في التربة مع توفر أشعة الشمس المباشرة على الجزء النباتي. وكذلك فإن لحاء الجذور او الاجزاء الهوائية يصبح منتفخاً إلى حد ما في اماكن محددة او يكون الانتفاخ على شكل بطش متطاولة وتنقشر الطبقة الخارجية من الفلين او يحدث فيها تشققات واسعة، ويمكن أن يظهر على السطح تحت البثرات حبيبات بيضاء او حتى تأخذ المظهر الصوفي بسبب كثرة اعداد الخلايا المتسعة والمفككة والتي سوف تصبح فيما بعد متطاولة إلى حد ما. تموت هذه الخلايا المفككة وعند حدوث ظروف الجفاف تأخذ هذه الخلايا شكل بقع جافة صفراء محمرة او صفراء بنية او شكل مسحوق بني والذي يمكن أن يزال بسهولة من على سطح النبات (سطح الخشب).

يمكن إظهار أعراض زيادة الرطوبة على التفاح صناعياً وذلك باستعمال اي طريقة تقلل او تمنع النتح مع زيادة الرطوبة في التربة وزيادة نشاط الجذور. يمكن أن يتكون خلايا مشابهة وتكون مسئولة عن المظهر الصوفي الذي يتكون في مركز الثمرة في بعض أنواع ثمار التفاح والذي يسمى التخطيط الصوفي Wooly streaks. هناك أنواعاً معينة من التفاح أكثر حساسية لزيادة الرطوبة واكثر قابلية لاظهار مثل هذه الاعراض.

٦ - تساقط الاوراق والازهار والثمار: يمكن أن تتساقط الاوراق والازهار والثمار وأحياناً تتساقط الأفرع الصغيرة نتيجة لعدم إنتظام توفر الرطوبة مما يؤدي إلى الاضطرابات الفسيولوجية التي تحدث في النبات. وهذا يحدث نتيجة النقص الشديد والمفاجيء في الرطوبة او نتيجة عدم إنتظام توفر الرطوبة للنبات حيث تزداد كميات المياه فترة ثم تنقطع مباشرة أو العكس ويتداخل مع ذلك الاضطرابات الغذائية حيث تلعب دوراً في زيادة تلك الظاهرة. إن ظاهرة تساقط الثمار في شهر يونيو والتي تسمى June drop وكذلك تساقط ثمار العنب او فشل ازهار العنب في العقد او تناثر الازهار قبل العقد، تساقط ازهار الطماطم وكؤوس او جوزات القطن، كل هذه الاعراض يمكن أن تعزى إلى التقلبات المائية في التربة، ومع ذلك هناك عوامل أخرى كثيرة تساعد في زيادة هذه الظواهر مثل الرياح القوية الجافة، ارتفاع الحرارة او طول الفترة التي تكون فيها الرطوبة الجوية عالية وقت التزهير.

٧ - إنخفاض نسبة تلقيح الأزهار: هناك تأثيرات جانبية وغير مباشرة لزيادة الرطوبة الجوية والامطار،حيث أن هذه الامطار الغزيرة تغسل معها حبوب اللقاح وتسقطها على التربة. كذلك فإن الامطار الغزيرة تحد من نشاط الحشرات الملقحة وخاصة عندما تكون الازهار في وقت تفتح المياسم واستعدادها لاستقبال حبوب اللقاح. عدا عن ذلك فان غزارة الامطار يمكن أن تسبب غسيل المياسم الزهرية وبالتالى تزيل الافرازات اللزجة التي يفرزها الميسم لالتقاط حبوب اللقاح وتساعدها على الانبات.

وفيما يلى أهم الأمراض التى تتسبب عن التقلبات المائية غير المناسبة في التربة.

الأمراض التى تسببها التقلبات المائية غير المناسبة فى التربة

١ - مرض النقرة المرة Bitter Pit Disease

يعتبر هذا المرض من امراض التفاح والذي يعتبر من أكثر أمراض التبقع وضوحاً في أعراضه. ينشأ المرض نتيجة للاضطرابات المائية ويكون على شكل بقع دائرية غائرة وغير منتظمة إلى حد ما على سطح الثمرة (شكل رقم ١) وأيضاً تكون متصلة بمناطق داخلية ميتة متحللة وتسمى هذه الظاهرة بشكل عام النقرة المرة. وصفت هذه الظاهرة منذ مدة طويلة تحت اسماء كثيرة شائعة، مثل تبقع الثمار، البقعة البنية في التفاح، تبقع التفاح، بقعة بولدن Baldwin spot، الثمرة المرة وأسماء أخرى كثيرة باللغة الفرنسية والالمانية.

لمحة تاريخية والتوزيع الجغرافي للمرض:

كانت اول ملاحظة لهذا المرض في المانيا في نهاية القرن الثامن عشر وأعطي المرض اسم Stippen وبقي هذا الاسم شائعاً لغاية آخر القرن التاسع عشر حيث استبدل الاسم وسمي Fruit spot، أما في أمريكا فان أول اسم أعطي للمرض كان Spotted apples. أما في بريطانيا فكان أول تقرير عن المرض سنة ١٩٠٥ ووصف المرض تحت اسم The apple brown spot. وبعد الدراسات المستمرة على المرض في امريكا خاصة في منطقة New South Wales أعطي المرض اسم Bitter Pit واستمر هذا الأسم شائعاً ومستعملاً حتى الآن.

أجريت دراسات عديدة على المرض في كل من جنوب أفريقيا واستراليا إبتداءً من سنة ١٩١١ وكانت تعقد مؤتمرات كثيرة لجمعيات منتجي الفاكهة والمزارعين في استراليا لمعرفة طرق تفادي حدوث هذا المرض وكانت هذه المؤتمرات مدعومة من قبل الحكومة الفدرالية حيث كانت الحكومة تشجع أي باحث يقوم بدراسة مرض النقرة المرة في التفاح، كان هذا التشجيع فاتحة عهد كبير لدراسة هذا المرض بتوسع كبير، وإبتداءً من سنة ١٩١٦ ظهرت تقارير عديدة عن هذا المرض وأصبح معروفاً للجميع.

من المؤكد أن المرض ظهر في أوروبا بمدة طويلة قبل أن يجلب إنتباه الباحثين او يوضع له اي اسم ولكن الآن فان مرض النقرة المرة يعرف بأنه مرض التفاح حيثما زرع. وعلى أية حال فإن المرض غير سائد إلى حد ما في جميع المناطقالتي تزرع التفاح تجارياً ولكنه أكثر إنتشاراً وشدة في الزراعات الصغيرة والمحلية وفي تلك المناطق التي يحدث فيها تغيرات كبيرة في العلاقات المائية في التربة أو يكون هناك فرصة كبيرة لحدوث مثل تلك الاضطرابات وتؤثر على نمو النبات، وبالتالي فإن مرض النقرة المرة من أكثر الأمراض المتعلقة بالمناطق المروية حيث تكون الظروف الطبيعية نصف جافة وحيث يحدث تغيرات كبيرة في تزويد الأشجار بالماء. وحتى تحت الظروف العادية فإنه في بعض المناطق تكون ظروف التربة أو المناخ مناسبة لحدوث هذا المرض. هناك مَثَل يُقال في امريكا هو أن زراعة التفاح في المناطق التي لاترغب الطبيعة بوجوده نامياً فيها فإن كمية المرض تزيد وهذا من المحتمل أن يفسر لماذا ينتشر المرض بشدة في بعض المناطق في أمريكا واستراليا.

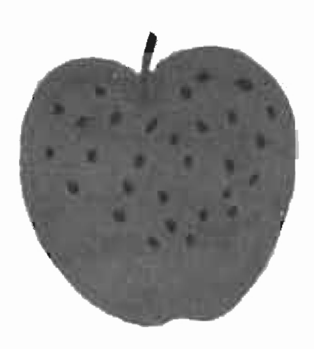
الاعراض :

يعتبر مرض النقرة المرة من الأمراض المقصورة والمحدودة على الثمار. يمكن أن يكون المرض شديداً جداً على الأشجار التي تبدو في ريعان الشباب وسليمة تماماً حيث تكون ذات نموات قوية وتفرعات غزيرة. لايظهر أية أعراض للمرض إلا بعد أن تصل الثمرة في نموها إلى منتصف حجمها الطبيعي وبشكل عام لاتكون الأعراض واضحة ومميزة إلا بعد أن تصل الثمرة طور النضج. في حالات كثيرة لاتظهر الاعراض على الثمار قبل الجمع ولكنها تصبح واضحة جداً بعد الجمع وخاصة أثناء الفترة الأولى من التخزين.

تكون أولى الأعراض الظاهرية للمرض عبارة عن ظهور بقع ملونة على جلد الثمرة أغمق من اللون الأحمر فى الثمار الحمراء وأكثر إخضراراً فى الثمار الخضار والصفراء. لا تكون هذه البقع غائرة فى البداية ولكنها لا تلبث أن تصبح غائرة الى حد ما وتتخذ المظهر والصفات النموذجية لمرض البقعة المرة (شكل رقم ١). تكون البقع دائرية الى حد ما وتختلف فى حجمها من بثرات صغيرة الى بقع ذات نصف قطر حوالى ١/٤ إنش أو أكثر وتظهر على شكل إنبعاجات فى الجلد. لا تكون البقع مقصورة على جزء معين من الثمرة وإنما تكون منتشرة

على جميع أجزاء الثمرة، ولكن على الأرجح فانها تفضل منطقة الطرف الكأسي فى الثمرة وتكون أكثر أنتشاراً هناك. حتى فى حالات الأصابة الشديدة تكون البقع بعيدة عن منطقة إتصال الثمرة بالساق. يمكن أن يتم الالتحام بين نقرتين متجاورتين ويؤدى هذا الالتحام الى ظهور بقع أكبر وأقل انتظاماً. يحدث تلون لجلد الثمرة فى منطقة البقعة بحيث يصبح أغمق منه فى اللون العادى، وهذا التغير يحدث فى بداية ظهور البقع ويستمر لمدة قصيرة ثم لا يلبث أن يصبح لون جلد الثمرة فى المنطقة الغائرة بنياً نتيجة لموت الخلايا السطحية والأنسجة اللحمية المبطنة لهذه المنطقة. يبقى جلد الثمرة فى المنطقة الغائرة متماسكاً ولا يحدث له أى تشققات او كسور طيلة فترة المرض.

إذا ما قطعت الثمرة المصابة الى نصفين، عادة ما يلاحظ وجود مجموعات داخلية أو كتل من الخلايا اللبية الميتة وهذه المجموعات لا تظهر أى أتصال مع النقر الخارجية بالرغم من أنها تكون تحت النقر الخارجية مباشرة. غالباً ما تكون المناطق الداخلية الميتة عديدة ومنتشرة فى المنطقة المحيطية من الثمرة تحت الجلد، ولكن يمكن أن تظهر فى أى مكان آخر خارج جدار قلب الثمرة. لقد لوحظ كثيراً أن الثمار التي تظهر عليها علامات خارجية للمرض تكون قد أظهرت العلامات الداخلية فى نفس الوقت أو بعدها بقليل وهذا يمكن اكتشافه عن طريق قطع الثمار التي ظهر عليها الأعراض الخارجية بنسبة عالية. يمكن القول بأنه يمكن أن تظهر الأعراض الخارجية بكثرة وبشدة على سطح الثمرة فى حين تكون الأعراض الداخلية قليلة جداً وغير متناسبة مع الأعراض الخارجية. يمكن أن يكون العكس تماماً حيث تظهر أعراض داخلية كثيرة وتكون الأعراض الخارجية قليلة أو يكون العرضان متساويان داخلياً وخارجياً.



شكل رقم ١: اعراض مرض النقرة المرة فى التفاح.

لايحدث للثمار المصابة أية تحطيم او تحلل، إلا أنها تكون سيئة النوعية وذات مظهر رديء وكذلك فإن المرض يخفض من نوعية ودرجة المعلبات التي تصنع من التفاح المصاب، وهذا يؤدي إلى خفض القيمة التسويقية لهذه المعلبات في المناطق التي تهتم بمنتجات التفاح.

يكون لب الثمرة في المنطقة الواقعة تحت النقرة المرة أو تحت البقع الميتة البنية الداخلية جافاً او فليني او إسفنجي إلى حد ما وهذه صفة مميزة للمرض، أما الكتل الميتة البنية فإنها تصبح أغمق لوناً. أما النسيج الواقع مابين الكتلة البنية الداخلية وجلد النقرة الخارجية فيكون ذو طعم يتراوح من المر البسيط إلى شديد المرارة، وهذه الصفة التي إرتبطت بالمرض وإشتق اسمه منها. ولقد وافق العلماء على إستمرار هذا الأسم لأنه مناسب لهذه الصفة.

هناك بعض الأمراض غير الطفيلية والأمراض الطفيلية تظهر على التفاح تكون قريبة الشبه لمرض النقرة المرة، ولكن مرض النقرة المرة يكون سهل التمييز وواضح ولايحدث التباس مع غيره من الأمراض، حيث أن البقع التي تظهر على سطح الثمرة تكون على شكل البثرات التي تبقى على وجه الإنسان الذي كان قد أصيب بمرض الجدري، لذلك فإنه يسمى في الكتب القديمة بجدري التفاح إلا أن هذه الأسماء ألغيت نهائياً.

يكون محصول التفاح الذى يظهر عليه أعراض مرض النقرة المرة اكثر قابلية للفساد خلال فترة التخزين حتى لو توفرت جميع الشروط الملائمة في المخزن، وهذا يقلل من فترة التخزين. كذلك فإن فطريات العفن تجد في ثمار التفاح المصابة مجالاً جيداً لتثبت نفسها فيها وتخترق الثمرة عن طريق النقر في حين أن الثمار السليمة لاتهاجم من قبل هذه الفطريات الغازية.

لايوجد احصاءات متوفرة عن نسبة الخسائر المتسببة عن هذا المرض، مع أنه عالمي الإنتشار وذو أهمية كبيرة في الصناعات الغذائية التي تعتمد على التفاح.

الظروف المناسبة للمرض:

مع أن مرض النقرة المرة يتصف بأعراض قريبة الشبه أو مشابهة إلى حد ما ببعض الأمراض الطفيلية، إلا أنه ثبت بالدليل القاطع أنه لايوجد اي كائن حي دقيق ممرض مرافق

لتلك الاعراض ويسبب المرض ولايوجد اي كائن حي دقيق قادراً على احداث تلك الاعراض واحداث المرض، ونتيجة الأبحاث المستمرة على هذا المرض، ثبت أن مرض النقرة المرة هو مرض غير طفيلي يكون مرافقاً بشكل تام لنقص عنصر الكالسيوم ومرتبطا مع الاضطرابات المائية في التربة. كذلك فإن المرض يمكن أن يحدث حتى لو كان هناك كمية كافية من الكالسيوم، إذا كانت نسبة المغنيسيوم أو البوتاسيوم إلى الكالسيوم عالية جداً او كانت كمية النيتروجين منخفضة. ولقد ذكر أن حدوث مرض النقرة المرة له علاقة بانخفاض مستوى الكالسيوم فى الثمره. كذلك وجد أن المرض يكون مصاحباً لارتفاع مستويات البوتاسيوم والتي تقلل من امتصاص الكالسيوم. يعتبر المرض أكثر أهمية في الأراضي ذات المستوى المنخفض من الكالسيوم المتوفر للنبات كما في جنوب أفريقيا واستراليا حيث أن جميع الاصناف حساسة للمرض.

أجريت دراسات فسيولوجية كثيرة وظهرت نظريات عديدة تفسر دور التقلبات المائية في احداث المرض. من اكثر هذه النظريات القديمة إنتشاراً في تفسير حدوث المرض هى نظرية السمية Poison Theory. لقد كانت هذه النظرية تقترح أن إمتصاص مركبات الارسينات او أي مركبات سامة أخرى منتشرة في الهواء عن طريق جلد ثمرة التفاح كانت هي المسئولة عن قتل مجموعات من الخلايا في تجمعات متناثرة. ثم تطورت هذه النظرية وتوصلت إلى أن المواد السامة هي المسئولة عن قتل الخلايا التي إمتصتها عن طريق المجموع الجذري وإنتشرت خلال القنوات الطبيعية في النبات. بقيت هذه النظرية دون منافسة إلا أنها لم تلبث أن هوجمت من قبل كثير من الباحثين.

بالرغم من أن جميع الآراء متفقة على أن مرض النقرة المرة متسبب عن الاضطرابات المائية إلا أنه لم يكن هناك إجماعاً على كيفية الطريقة التي بها تُحدث هذه الاضطرابات تلك المرض. يمكن تفسير هذه الظاهرة اعتماداً على تركيب ووظيفة أنسجة الثمرة الطبيعية. وحيث أن الثمرة بالإضافة إلى الأوراق يوجد فيها حزم وعائية خيطية يمر خلالها الماء والمواد المعدنية وإن هذه الأوعية تدخل الثمرة عن طريق الحامل الثمري وتنتشر خلال لب الثمرة وإن اعداداً كثيرة من هذه الأوعية تنتهي في الجزء المحيطي من الثمرة عند القشرة. إن الخلايا الموجودة في لب الثمرة والتي تحتل الأماكن التي بين الاوعية الصغيرة (الشبكية) تكون محاطة بطبقة

من مادة السوبرين وببشرة غير منفذة تقريباً ولكن يوجد عديسات والتي عن طريقها يتم التبادل الغازي وإنطلاق الأبخرة المائية خلال عملية النتح. إن الماء والمواد المعدنية المأخوذة من التربة، وكذلك المواد الكربوهيدراتية المصنعة في الأوراق (بواسطة المادة الخضراء) تحمل إلى ثمرة التفاح وتتوزع في الخلايا اللبية. تكون المادة الكربوهيدراتية في ثمرة التفاح التي في طور النمو، غالباً على شكل نشا، ولكن عندما تنضج الثمرة ينقلب هذا النشا ويتحول إلى سكر. خلال فترة نمو الثمرة تكون عملية النتح على أشدها وتكون الخلايا نشيطة في ذلك وبالتالي ينطلق كميات كبيرة من الماء وتمر خلال العديسات تماماً كما يحدث عندما تفقد الأوراق الماء عن طريق الثغور. وكما هو معروف فان عملية النتح ليست عملية تبخر للماء بسيطة، ولكنها عملية فسيولوجية تتأثر بكمية الماء التي يتزود بها النبات عن طريق الجذور، الرطوبة النسبية في الهواء، حركة الرياح، درجة الحرارة، الضوء، الخ. هناك أدلة كثيرة توضح أن أنسجة الثمار التي هي في طور النمو تكون أكثر حساسية لقلة الماء المزودة به بحيث يمكن أن تعاني من أضرار الجفاف وتظهر عليها بقع الجفاف أو البقع الميتة والمتحللة في الوقت الذي لايكون هناك أية علامات أو آثار لتأثير الجفاف على المجموع الخضري.

إن الضغط العالي للعصارة في الأوراق يجعل من الممكن استرجاع الماء من الثمار إلى الأوراق في حالة الظروف التي فيها يعاني النبات من نقص الماء. إذا فحصت مجموعة الخلايا الميتة في مرض النقرة المرة فإنه دائماً يتبين أن هذه الخلايا دائماً مرتبطة تماماً بتفرعات معينة للحزم الوعائية. إذا ما فحصت الخلايا كل على حدة فإنه يلاحظ أن الخلية بنية اللون خالية من العصارة، منهارة إلى حد ما ولكنها تبدو في مظهرها غير ممزقة أو منفجرة وتحتوي على حبيبات نشا والتي لم تنقلب بعد إلى سكر. إن الضغط الناشيء عن هذه الحبيبات النشوية في الخلايا المريضة قد أعتمد عليه في الدلالة على أن التغيرات التي ينتج عنها الضرر تحدث قبل دخول الثمرة في طور عمليات النضج أو قبل أن يتم طور نضج الثمرة. لقد ثبت بوضوح أن البقع الناشئة من مرض النقرة المرة والتي تظهر بوضوح على الثمرة بعد التخزين تكون دائماً قد إبتدأت اصلاً عندما كانت الثمرة لاتزال على الشجرة، اي أن التخزين لم يكن سبباً في تكوين بقع جديدة وإنما البقع تكون قد إبتدأت في الحقل وحصل لها تطورات وزيادة وضوح أثناء التخزين.

يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار أن أضرار الجفاف التي تظهر على المجموع الخضري في النبات، تكون اول الأنسجة المتأثرة بذلك إما في اطراف الورقة او في نهايات العروق الصغيرة من شبكة العروق في التوزيع الشبكي للعروق في الورقة، وبكلمة أدق في نهايات الأوعية الموصلة للماء. هذا السلوك يشابه تماماً مايحدث في مرض النقرة المرة حيث تظهر البقع في نهايات عروق الحزم الوعائية الموصلة للماء في سطح جلد الثمرة.

هناك خمسة نظريات تحاول كل منها توضيح الطريقة التى بها تُقتل وتجف الخلايا المتأثرة نتيجة التقلبات المائية في التربة.

(١) نظرية الخلية الممزقة The Ruptured- cell Theory

عندما يكون هناك إنتفاعاً كثيراً من العصارة ونشاطاً في النبات يتبعه ظروف جافة فإن أطراف شبكة العروق والتي تكون موجودة في المحيط الخارجي لثمرة التفاح، سرعان ماتنتفخ هذه الخلايا وتكون على شكل نتوءات موضعية على الثمرة يحدث في هذه الانتفاخات ضغطاً كافياً لتمزيق الغلاف المحيط باطراف هذه العروق وكذلك تنفجر جدر الخلايا اللبية في هذه المواقع وفي هذه الحالة يكون موت الخلايا مؤكداً وحقيقة.

يمكن القول باختصار أن سرعة التغير بين الظروف الجافة والظروف الرطبة عندما يكون مصحوباً بتقلبات في درجة الحرارة خلال مراحل نمو الثمرة مثل تلك الاوضاع التي تسبب نشاطاً في الامتصاص بواسطة الجهاز الجذري في تربة دافئة، بينما يقف او ينخفض النتح أثناء درجات الحرارة الليلية المنخفضة، كل هذه الاوضاع هي السبب المباشر في تشجيع حدوث مرض النقرة المرة.

(٢) نظرية الخلية المسحوقة The crushed- Cell Theory

تعتبر هذه النظرية أن الخلايا في منطقة ظهور الأعراض تكون قد قتلت عن طريق سحقها وتحطيمها بواسطة خلايا جلد الثمرة المجاورة لها.

تفسر هذه النظرية ظهور أعراض مرض النقرة المرة كما يلي: نتيجة التقلبات المائية سواء في التربة او في الرطوبة الجوية والذي يكون متبوعاً باختلاف كبير في درجات الحرارة بين

الليل والنهار، هذا يؤدي إلى حدوث تغيرات فسيولوجية كبيرة في وظائف الخلية والانزيمات إلى حد ما، ومن أهم تلك التغيرات الفسيولوجية هو حدوث إندفاعاً مفاجئاً في عصارة ثمار التفاح ويحدث نشاط أنزيمي كبير في بعض الخلايا بحيث ينقلب ماتحتويه الخلية من نشا إلى سكر وبالتالى تنتفخ هذه الخلايا نتيجة لتوارد الماء إليها ويزداد حجمها إلى حد كبير وبسرعة اكثر من تلك الخلايا التي لايزال محتواها بقي على شكل نشا. إن سرعة ازدياد حجم الخلايا يقاوم بجلد الثمرة وبالتالى فانه نتيجة ضغط جلد الثمرة تتحطم هذه الخلايا.

وباختصار يمكن القول بأن هذه النظرية في تفسيرها لمرض النقرة المرة تتفق مع كثير من التقارير التي ذكرت العوامل المؤدية إلى حدوث المرض ولكنها تتعارض مع النظرية الأولى في عدة نقاط منها:

١ – النقرة تظهر غائرة على سطح جلد الثمرة.
٢ – لا يظهر اي تكسر او تشقق في جلد الثمرة في منطقة النقرة.
٣ – استمرار الحزم الوعائية عادية خلال البقع بجانب وجود نشا في خلايا النقرة.
٤ – عدم احتمالية توفر قوة كافية من السليلوز في الجدار بحيث أنها تحطم الخلايا المنتفخة.

واعتماداً على مفهوم هذه النظرية يمكن القول بأن المناعة او المقاومة لمرض النقرة المرة يمكن أن تكون بسبب إنتظام تحول النشا إلى سكر في خلايا ثمرة التفاح.

(٣) نظرية الخلية الجوعى The Starved- Cell Theory

يعتمد ملخص مضمون هذه النظرية على أنه نظراً لتقلبات المائية ونقص الماء المتكرر فان مجموعات معينة من الخلايا تفشل في الحصول على مايكفيها من المغذيات المعدنية وبالتالي تموت من الجوع. هذا يمكن أن يوضح حدوث المرض خلال الفصول شديدة الجفاف ولكنه لا يستطيع أن يوضح حدوث المرض بشكل شديد على الأشجار القوية. إن هذه النظرية لم تقدم الدليل الكافي لحدوث المرض على الأشجار النامية بقوة والحديثة السن.

(٤) نظرية العصارة الخلوية المركز

The Concentrated Cell- sap Theory

في مرض النقرة المرة، فان الخلايا اللبية تنهار ويتكون بثرات بنية في لب الثمرة تحتوي على نسبة من الماء أقل من تلك الموجودة في الأنسجة المجاورة. وبسبب إنخفاض نسبة الماء في هذه الخلايا يزداد تركيز الاحماض والمواد الصلبة الذائبة في عصارة الخلية ويزداد التركيز بحيث يصل إلى درجة يكون فيها موت الخلايا محتماً. وبالتالى فان تركيز عصارة الخلية في جميع الاحتمالات هو السبب المباشر والذي يعمل مباشرة على البروتوبلازم، ويجب أن لايغيب عن الخاطر أن تركيز العصارة يزداد كلما قل تزويد النبات بالماء بالإضافة إلى زيادة النتح.

تساهم هذه النظرية بقليل من الآراء في تفسيرظهور أعراض مرض النقرة المرة، إلا أنها أستبعدت بواسطة كثير من الباحثين.

(٥) نظرية البلزمة الخلوية The Plasmolyzed cell- Tho.

تعتمد هذه النظرية على كثير من النقاط المذكورة في نظرية سحق الخلايا، وتعتمد على كثير من تفسيراتها. واعتماداً على هذه النظرية فلقد ذكر بأن الضغط الاسموزي في مجموعات الخلايا المحتوية على النشا يكون اكثر بكمية كبيرة منه في الخلايا المجاورة المحيطة والمحتوية على سكر، ولهذا فإن الماء يسحب من الخلايا الأولى إلى الأخيرة مؤدياً إلى بلزمة الخلايا وموتها. وتذكر هذه النظرية أن الأعراض يمكن أن تبدأ في المخزن كما تبدأ في الحقل.

العوامل المهيئة للمرض:

إن قبول أو رفض أية نظرية من النظريات السابقة لايغير حقيقة أن هناك عوامل معينة مناخية أو متعلقة بالتربة أو بالعمليات الزراعية تلائم او تشجع حدوث المرض. لقد أجريت عدة أبحاث وادت إلى نتائج وآراء مختلفة وأحياناً متعارضة في ربط الأسباب بالمسببات في هذا المرض. من نتائج هذه الدراسات أن مرض النقرة المرة يناسبه:

١ – الأراضي الفقيره والضعيفة التركيب الفيزيائي أو الصفات الميكانيكية وخاصة تلك الاراضي التي ينقصها الدبال (المواد العضوية المتحللة) وذات كفاءة منخفضة في الاحتفاظ بالماء. كذلك تكون فيها نسبة المغنيسيوم او البوتاسيوم إلى الكالسيوم عالية أو كانت كمية النيتروجين منخفضة او كل مايسبب تقليل إمتصاص الكالسيوم.

٢ – التقلبات الجوية السريعة بين الجفاف والرطوبة او توفر ظروف جافة جداً يتبعها سقوط امطار غزيرة جداً وخاصة إذا حصلت مثل هذه التقلبات في أواخر موسم نضج ثمار التفاح.

٣ – الري الخفيف أثناء بداية الموسم ثم زيادة الري بشدة في نهاية الموسم.

٤ – استمرار الري على وتيرة واحدة دون النظر إلى احتياج النبات فقط من حيث التقليل أو الزيادة، حيث أن الري الخفيف طول الموسم يقلل من حدوث المرض، وأحسن من الري الخفيف في البداية ثم يتبعه ري غزير.

٥ – الاوضاع او الطرق التي تتبع في الحصول على إنتاج قليل العدد من الثمار ولكنها اكبر في حجمها من الحجم العادي (قلة العدد مع زيادة الحجم). او العمليات الزراعية المتبعة في الحصول على ثمار كبيرة الحجم نسبياً عن الحجم العادي.

٦ – إتباع طرق التقليم الجائرة او نظم التقليم التي تجعل حمل الثمار مركزاً على الأغصان الرئيسية منه من أن تكون الثمار منتشرة جيداً على جميع الفروع الجانبية.

٧ – تقلب درجات الحرارة والرطوبة في بداية موسم نضج الثمار.

٨ – زيادة النتح او الظروف المناخية التي تسبب زيادة فقد الماء مع قلة تعويض الماء المفقود.

عندما تسود مثل هذه الظروف سواء كانت طبيعية او صناعية فانها تسبب ظهور المرض. وعلى أية حال فإن الظروف البيئية سواء كانت جوية او متعلقة بالتربة والتي تسمح بنمو منتظم لأشجار التفاح من بداية موسم النمو إلى نهاية موسم نضج الثمار سوف تقلل حدوث المرض إلى حد كبير إن لم تكن تمنع ظهوره.

أما بالنسبة للثمار في المخزن فان المرض لايظهر مالم يكن قد إبتدأ اصلاً خلال فترة النمو في الحقل، بحيث أنه إذا كانت الثمرة مريضة مسبقاً فإن المرض سوف يتقدم ويزداد بسرعة اكثر في المخزن إذا كانت درجة الحرارة مرتفعة وإذا حدثت تقلبات في الرطوبة الجوية وفي درجة حرارة المخزن، وبمعنى آخر فإن المرض سوف يناسبه الظروف التي تشجع نشاط الخلية، أما الظروف التي تثبط أو تؤخر النضج أو تؤدي إلى شيخوخة الأنسجة فانها تقلل ظهور المرض. ولقد تبين أيضاً ان المرض يكون اكثر شدة على الثمار التي قطفت مبكراً قبل تمام نضجها عنه في الثمار التي قطفت متأخراً بعد تمام نضجها. وبالتالي فان الباحثين أوصوا بتأخير جمع المحصول كطريقة لتقليل تكشف المرض في المخزن كإجراء وقائي. والدراسات المتأخرة أظهرت مايلي:

١ - الثمار المتكونة على أطراف عنقود المهاميز الثمرية تكون ميالة اكثر لأن يتكشف عليها مرض النقرة المرة من تلك الثمار الموجودة في المركز.

٢ - الثمار المتكونة على المهاميز الموجودة على قاعدة الغصن تكون اكثر عرضة للمرض من تلك الموجودة على قمة الغصن.

٣ - ثمار التفاح المتكونة على أعضاء متقدمة في السن وذات خشب ضعيف تكون اكثر عرضة للاصابة بالمرض من تلك المتكونة على أغصان حديثة او ذات خشب قوي.

٤ - هناك علاقة بين كمية المرض على الثمرة وقت الجمع ومحتوى الثمرة من البذور بحيث تكوت الثمار المصابة ذات بذور قليلة وضعيفة.

٥ - النقرة المرة التي تتكشف أثناء التخزين تكون أكثر في جانب الثمرة الذي فيه بذور أكثر.

المقاومة:

يمكن مقاومة مرض النقرة المرة اولاً عن طريق اضافة الكالسيوم رشاً على المجموع الخضري مثل كلوريد الكالسيوم او نترات الكالسيوم بنسبة ٦٠ - ٩٠ غرام/ ١٠٠ جالون ماء. ونظراً لأن بعض الاصناف تكون حساسة لرش الكالسيوم خاصة نترات الكالسيوم وتتضرر منها فيجب تقليل التركيز عن ٩٠ غرام/ ١٠٠ جالون.

بعد هذه الخطوة الأولى في مقاومة المرض فان هناك احتياطات يجب مراعاتها حتى لايظهر المرض. يجب أن تتوجه جهود اصحاب بساتين التفاح لاتباع الطرق التي تجعل ظهور المرض إلى أقل درجة ممكنة من حيث الاهتمام بالري والتقليم ووقت جمع المحصول وإتباع أفضل الطرق لجعل نمو الأشجار منتظماً خلال موسم النمو. إذا ماحدث وأن ضبطت كمية الكالسيوم في التربة حسب احتياجات النبات فيجب إتباع النقاط الإرشادية الآتية:

١ - محاولة زيادة خصوبة التربة وجعلها عالية وخاصة في الاراضي الفقيرة وذلك بالاضافة السخية للأسمدة الطبيعية او باستعمال السماد الأخضر.

٢ - إتباع العمليات الزراعية التي تميل إلى حفظ الرطوبة او تلك التي تعمل على توزيع الرطوبة في التربة بالتساوي طيلة موسم النمو، وكذلك التي تحفظ التربة جيدة التهوية وبالتالي تزيد الظروف البيئية المناسبة لنشاط الجذور العادي.

٣ - أثناء زراعة البستان يجب جعل الأشجار على مسافات بعيدة، ويجب عدم إتباع الطرق التى تجعل حمولة الشجرة كبيرة او قلة عقد الثمار والابتعاد عن النمو الخضري الكبير.

٤ - إتباع طريقة التقليم التي تجعل الثمار متوزعة على جميع أجزاء الشجرة مع جعل الأغصان المتقدمة بالسن ذات حمل قليل وكذلك تقليل حمل الأفرع الرئيسية في مركز الشجرة.

٥ - الابتعاد عن التقليم الجائر والذي يجعل هناك عدم توازن بين المجموع الجذري والمجموع الخضري، حيث أن المجموع الخضري في هذه الحالة لايستطيع أن يتخلص من الماء الوارد إليه من مجموع جذري كبير وهنا تحدث الاضطرابات في الحالة المائية.

٦ - إتباع خطة جيدة في خف الثمار بحيث لايكون خف الثمار كبيراً جداً، بحيث يجعل حجم الثمرة كبيراً او أن يكون الخف قليلاً بحيث يجعل حجم الثمرة صغيراً جداً وذلك لأن المرض يفضل الاحجام البعيدة عن الوضع الطبيعى سواء كانت صغيرة أو كبيرة.

٧ - أثناء إجراء عملية الري يجب أن يكون هناك اهتماماً خاصاً بكمية الماء المستعملة ووقت الاستعمال وبشكل خاص الابتعاد عن الاسراف في الماء في نهاية الموسم. هناك دراسات أجريت على علاقة الري بمرض النقرة المرة وملخصها في الآتي:

إن الري الزائد خلال موسم النمو قد أعطى كمية قليلة من المرض عنه في حالة الري المتوسط المتبوع بري غزير. إن الري الخفيف خلال الموسم أدى إلى زيادة مرض النقرة المرة اكثر منه في حالة الري الغزير المتبوع بري خفيف. إن الري الغزير في النصف الأول من موسم النمو يجعل الشجرة تعطى نموات وتفرعات خضرية وافرة وكذلك من المحتمل أن يخفض من تركيز العصارة في خلايا لب الثمار في التفاح. وبالتالي فانه تحت هذه الظروف تكون الثمرة أقل قابلية للإصابة.

ولقد تبين أن كمية ماء الري في أغسطس وسبتمبر تحدد إلى حد ما كمية المرض. وكذلك فإن كمية الري لها تأثير على حجم الثمرة وبالتالي تؤثر على ظهور المرض.

٨ – تجنب القطف المبكر للثمار وذلك لأن مرض النقرة المرة يصبح أكثر وضوحاً خلال مدة التخزين بالنسبة للثمار المقطوفة مبكراً. يجب إتباع النقطتين الاتيتين لتقليل الخسارة من المرض.

أ) التسويق المبكر للثمار لكي تصل الثمار إلى المستهلك قبل أن يكون قد تكشف عليها المرض.

ب) وضع الثمار أثناء النقل او التخزين تحت ظروف تقلل تكشف وتطور المرض عليها وتكون درجة الحرارة ٣٠ – ٣٢ درجة فهرنهايتية حيث أنه في هذه الظروف يكون نشاط الخلية في أقل درجة ممكنة وبالتالي يكون تقدم المرض في أقل كمية ممكنة. يجب الابتعاد عن تقلبات درجات الحرارة أثناء التخزين لأن درجة الحرارة ٣٠ – ٣٢ْ ف هي أفضل درجة لحفظ التفاح عليها لمدة طويلة دون ظهور المرض عليها.

٢ - عفن الطرف الزهري في الطماطم
Blossom - End Rot of Tomatoes

مقدمة:

تصاب الطماطم بمرض خطير يتميز بظهور عفن جاف على الطرف الزهري للثمار سواء كانت ناضجة أو غير ناضجة، كذلك فإن المرض شائع على الفلفل والكوسة والبطيخ. أجريت دراسات عديدة على هذا المرض وأعطيت له أسماء مختلفة مثل العفن، العفن الأسود، عفن

الثمرة، عفن الحافة، عفن الطقس الجاف وأخيراً العفن الجاف. ولكن اسم عفن الطرف الزهري هو الاسم الشائع والعام في الوقت الحالي والمفضل عن أي من الاسماء السابقة وذلك لأنه يعطى أفضل وصف لطبيعة وظروف هذا المرض.

كانت اول ملاحظة لهذا المرض على نباتات الطماطم سنة ١٨٨٨ من قبل العالم Gallo-way والذي درس في ذلك الوقت عينات مصابة كثيرة مجموعة من أماكن مختلفة من الولايات المتحدة الأمريكية. ومنذ اول معرفة لهذا المرض فانه يبدو واضحاً أنه يظهر على جميع أصناف الطماطم حتى على الاصناف الحديثة. إن مرض عفن الطرف الزهري من الأمراض الشائعة الحدوث على الطماطم في جميع أنحاء العالم. خلال الدراسات العديدة التي أجريت على المرض لم يستطع اي من العلماء أن يثبت وجود طفيليات تسبب المرض، كذلك لم يثبت أن المرض ناتجاً عن سموم اي كائنات حية أخرى، وبالتالي تقرر أن هذا المرض هو من الأمراض غير الطفيلية والذي يمكن أن يتحكم به بحيث يمنع ظهوره على النباتات عن طريق المحافظة على مستوى كافٍ من الماء في التربة والتحكم في نسبة الكالسيوم المتوفرة للنباتات.

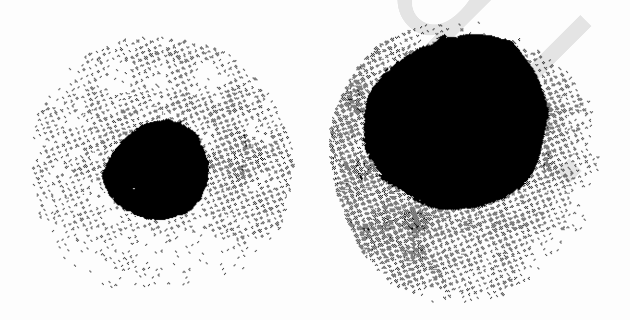
إن هذه الدراسات والاقتراحات قد دعمت بواسطة كثير من الباحثين على هذا المرض واستخلصوا نتائج تتعلق بالظروف البيئية التي تسبب او تهيء حدوث المرض. وفي الدراسات الحديثة أمكن إثبات الصفة الوراثية لهذا المرض سواء كانت القابلية للاصابة او المقاومة وامكن نقلها من الآباء إلى الأبناء وتأكد أن المرض هو من الأمراض الفسيولوجية او غير الطفيلية.

الأعراض :

إن أولى علامات مرض عفن الطرف الزهري وضوحاً هو ظهور مناطق خضراء داكنة مائية على قاعدة الثمرة أو محيطة ببقايا قلم الزهرة الذي يكون واضحاً على ثمرة الطماطم. تكون هذه البقع مائية مشابهة في مظهرها لبقع مرض القلب المائي في التفاح، تكون البقع في البداية محيطة ببقايا القلم تماماً، وفي حالات قليلة تكون مبتعدة عنه قليلاً، يمكن أن تكون البقعة كبيرة وتغطي مساحة كبيرة من الطرف الزهري. تكون البقع محصورة في سمك منطقة الجلد ولا تمتد لاي أنسجة أكثر من ذلك وكذلك لاتشمل اي نسيج تحت الجلد حتى عندما تكون البقع كبيرة الحجم (شكل رقم ٢) وتتخذ مساحة كبيرة من سطح الثمرة.

تتوقف الأنسجة الموجودة تحت المنطقة المصابة عن النمو، تتحول المناطق المائية الخضراء الداكنة إلى لون رصاصي أو بني وتصبح البقع مسطحة واحياناً تكون غائرة ويتحول لونها إلى اللون الأغمق وقد تصبح سوداء ومع ذلك يكون هنا إختلافاً في درجة اللون تحت الظروف الجوية المختلفة. قد تظهر الأعراض على الثمار الصغيرة جداً ولكنها لاتكون منتشرة كثيراً على الثمار التي يقل قطرها عن إنش واحد. يمكن أن تزداد البقع في الحجم مع ازدياد نمو الثمرة ولكن لايحدث للبقع أية زيادة بعد أن تصبح الثمرة حمراء اللون. تكون المناطق المصابة بشكل عام دائرية تقريباً ويمكن أن تحتل نسبة صغيرة من الطرف الزهري أو أنها تمتد حتى تحتل نصف سطح الثمرة. تكون المناطق الملونة متماثلة تقريباً وتكون مميزة عن المناطق المحيطة بها، ولكن مع تقدم عمر الثمرة تتميز المناطق الملونة بأنها محاطة بمنطقة ضيقة لونها أكثر غمقاً من لون البقعة. يظهر في بعض الحالات بقعاً ذات دوائر متحدة المركز وتكون ذات لون بني.

يكون النسيج المصاب صلب وجلدي إلى حدما (شكل ٢) في حالة التكشف النموذجي للمرض. بعد أن تجف البقع تظهر وكأنها مصلية بمكواة ساخنة. باستثناء الحالة التي تحدث فيها الاصابة مبكرة جداً فإن الثمرة تستمر في النمو حتى تصل طور النضج، ولكن عمليات النضج سوف تتأخر إلى حد ما. أما في حالات الاصابة الخفيفة والتي تظهر في نهاية موسم نمو الثمرة فان البقع لاتتسع وتبقى محددة وتظهر بشكل وكأنها محروقة. في الاصابات الخفيفة جداً فإن الطرف الزهري يظهر عليه قشور رقيقة فقط تحت منطقة جلد الثمرة.



شكل رقم ٢: أعراض مرض عفن الطرف الزهري في الطماطم.

تحت ظروف بيئية معينة خاصة في المناطق ذات الرطوبة العالية، فان الأعراض العادية للمرض يمكن أن يحدث فيها بعض التحورات وذلك بسبب إختراق بقع الاصابة بواسطة بعض الكائنات الرمية مثل البكتيريا والفطريات. يمكن أن يصبح لون البقع السوداء أكثر شدة نتيجة لوجود الفطريات السوداء Sooty molds وأن وجود هذه الكائنات على سطح البقع يعطيها المظهر المخملي (القطيفي). إن هذا المظهر هو الذي أعطى المرض اول اسم إقترح له وهو اسم العفن الأسود. عندما تصاب بقع المرض ببعض أنواع البكتيريا وتحت ظروف الرطوبة العالية يخرج افرازات لزجة من تلك البقع تكون مشابهة في مظهرها إلى الافرازات الموجودة في الاصابة البكتيرية في اللفحة النارية. إن هذه الصفات قادت الباحثين الأوائل إلى الاعتقاد بأن مرض عفن الطرف الزهري هو نتيجة الاصابة ببعض أنواع البكتيريا. يمكن لكثير من الفطريات او البكتيريا أن تخترق منطقة عفن الطرف الزهري وتساعد في تحطيم الثمرة التي اكتمل نموها او نضجت.

في حالة الاصابات البسيطة فان الثمار تكون غير صالحة لأغراض التسويق التجاري، لأن السوق يتطلب الثمار الخالية من أية بقع. إن المستهلك المنزلي هو الذي يتضرر من هذه البقع حيث يزيلها ويزيل معها جزء من جسم الثمرة. يمكن أن يكون الفاقد من مرض عفن الطرف الزهري قليلاً ولكن في الحالات الشديدة فان المحصول كله يمكن أن يصبح غير صالح للتسويق. يمكن أن يظهر المرض بنفس الشدة في الحقول وفي الصوبات الزجاجية.

تظهر اعراض المرض على الفلفل عندما تكون ثمرة الفلفل في الاطوار الأولى من التكشف حيث يظهر على الطرف الزهري بقعاً مائية صغيرة حتى تشمل نصف الثمرة تقريباً، لا تلبث أن تجف هذه البقع وتأخذ اللون الأبيض، وفي هذا الطور يجب تمييزها عن مرض سمطة الشمس في بداية تكشفه. يمكن للفطريات الرمية أو الطفيلية الضعيفة أن تهاجم هذه البقع ويتحول لونها إلى اللون الداكن نوعاً ما.

يظهر المرض على القرعيات أيضاً مثل الكوسة والبطيخ وتظهر الأعراض على قمة الثمرة وتكون في البداية على شكل لطخ بيضاء لاتلبث أن تتحول إلى اللون البنى أو الداكن نتيجة مهاجمة الكائنات المرضة الأرضية.

الظروف المناسبة للمرض:

إن المسبب الاساسي لمرض عفن الطرف الزهري في الطماطم هو نقص الكالسيوم الحقيقي أو زيادة كل من الأمونيا، البوتاسيوم، مغنيسيوم او أملاح الصوديوم والتي تؤثر على نسبة الكالسيوم، ولكن التقلبات المائية لها دور فعال في تنبيه النبات للاستجابة لنقص العنصر. ينتشر المرض سنوياً ويسبب خسائر كبيرة في المحصول في معظم مناطق إنتاج الطماطم. تتطلب الثمار النامية بسرعة كميات كبيرة وباستمرار من الكالسيوم وإذا لم تجد ماتحتاجه من الكالسيوم فان الخلايا الجديدة المتكشفة سوف تكون غير قادرة على الانقسام والتوسع طبيعياً. تكون الجدر الخلوية الأولية رقيقة عصارية وجاهزة لأن تنهار. يتكشف المرض بأكثر شدة عندما تكون النباتات نامية بسرعة وأكثر حساسية لارتفاع الحرارة والرطوبة.

إن تقلبات الرطوبة الكبيرة تزيد أكثر في احتمالية حدوث المرض. تكون النباتات ذات المستوى العال من النيتروجين قابلة للاصابة بشكل خاص مثل تلك النباتات النامية تحت ظروف عالية الملح. وجد أن المرض كان منتشراً كثيراً في النباتات الناقصة في نسبة الكالسيوم ويظهر في الثمار ذات المحتوي من الكالسيوم أقل من ٢,٠٪. إن نسبة الكالسيوم إلى كل من البورون، النيتروجين، الكبريت، مغنيسيوم والبوتاسيوم هي ذات أهمية كبيرة لتكشف المرض والنباتات المحتوية على نسبة عالية من تلك الأملاح تجعل النبات مهيء للمرض.

من العوامل البيئية المختلفة والتي من الممكن أن يكون لها تأثيراً على حدوث المرض:

١ – العلاقات المائية. إن هذه النقطة من أهم الأسباب لحدوث المرض. تبين أن هذا المرض يصيب الطماطم في الحقل وفي الصوبا الزجاجية عندما يكون هناك تقلبات كثيرة في تزويد النبات بالماء.

٢ – يكون المرض اكثر إنتشاراً في الاراضي الخفيفة خلال الطقس الحار الجاف. ولقد تبين أن المرض كان في القطع المروية أقل كثيراً منه في غير تلك القطع، وكلما كان هناك إنتظاماً جيداً في الري كلما كان المرض في أقل درجة ممكنة وفي هذا المجال يجب أن

نذكر أن مرض عفن الطرف الزهري في الطماطم تكون خطورته نادرة في بعض المناطق التي تكون فيها رطوبة التربة متوسطة أو مناسبة وتنخفض الخطورة بالتدريج إلى مستوى منخفض جداً خلال موسم النمو.

٣ – تحت الظروف التي تكون فيها النباتات تعاني من نقص الماء، يكون هناك ظهور بسيط للمرض. ومن التجارب التي أجريت على الطماطم في مناطق أخرى وتحت ظروف ري في الحقل او في الصوبات الزجاجية تبين أن نقص الماء الذي يحدث بعد فترة تكون فيها كمية الماء متوفرة بكثرة للنباتات، هذه الظروف تكون أكثر ملائمة للمرض منه في حالة إستمرار نقص الماء الشديد. إن تأثير الري الغزير في تكشف المرض يعتقد بأنه راجعاً إلى التأثير الضار للدبال ومركبات الامونيوم على مركبات النتريت nitrate وعلى ضوء تفسير هذه التجارب فإن النباتات المروية بغزارة يمكن أن تعتبر مثل تلك النباتات النامية تحت ظروف قريبة الشبه إلى حدما مع الجفاف وإن كمية المواد لسامة الكبيرة الموجودة تزيد المتطلبات المائية.

٤ – وجد أن نباتات الطماطم التي تزود بالماء حسب الطلب في الصوبات الزجاجية يقل ظهور المرض عليها. وجد كذلك أن كلوريد البوتاسيوم يزيد المرض بينما الجير ونتريت الصوديوم يقلل المرض، ولكن هذه النتائج لم يمكن التحصل عليها تحت ظروف الحقل. لقد وجد أيضاً أنه عند تعرض النباتات للجفاف فان البوتاسيوم لم يسبب زيادة المرض، بينما الجير كان له تأثير قليل في تخفيض نسبة ظهور المرض، الاسمدة النيتروجينية تلائم تكشف المرض.

٥ – تبين في بعض التجارب أن هناك زيادة في المرض في نباتات الطماطم المسندة، فقد وجد أن نسبة المرض كانت ٦٨,٤٪ في النباتات المسندة، بينما كانت ٢٠.٧٪ في النباتات غير المسندة وهذا يمكن تفسيره بسبب سرعة جفاف التربة في حالة النباتات المسندة أكثر منه في حالة النباتات غير المسندة.

٦ – يمكن أن تزيد نسبة حدوث المرض برفع درجة حرارة التربة وبالتالي امكن الاستنتاج بأن المرض يكون أقل شدة وإنتشاراً في المناطق ذات التربة منخفضة الحرارة.

حيث أن مرض عفن الطرف الزهري في الطماطم في بداية معرفته كان يعتقد بأنه نتيجة الاصابة بالكائنات الحية المرضة، لذلك استعملت المبيدات الفطرية والبكتيرية في مقاومة هذا المرض وكان هذا الرش يؤدي إلى نتائج جيدة، وبعد أن تأكد أن هذا المرض ليس نتيجة الاصابة بالكائنات الحية المرضة فان فوائد الرش التي كان يتحصل عليها ترجع إلى إحداث بعض التغيرات الفسيولوجية في النبات مثل التأثير على النتح. إلا أن هذه النتائج قد عورضت من قبل باحثين آخرين وأقروا بأن رش النباتات بأي مبيد ليس له تأثير معنوي على ظهور المرض. وإنما الرش ببعض مركبات الكالسيوم مثل $Ca\ (NO_3)_2$ والجبس الزراعي اضافة على التربة او الرش بكلوريد الكالسيوم متبوعاً بالعمليات الزراعية الآتية يقلل مع حدة المرض:

١ - استعمال الاصناف التي تتوفر فيها المقاومة إلى حد ما لهذا المرض.

٢ - كما هو معروف فان النباتات ذات النمو الخضري الغزير تظهر اكثر قابلية للاصابة بالمرض منها في النباتات ذات المجموع الخضري القليل او المتوسط، عندئذٍ يفضل أن لا تترك النباتات تستمر في النمو لتعطي مجموع خضري كبير. كذلك فان النمو الخضري المستمر والمتماثل يعطي أقل قابلية للإصابة بالمرض عنه في حالة النباتات متقلبة سرعة النمو.

٣ - إن نقص الرطوبة في الوقت الحرج في تكشف الثمرة هو أحد أهم العوامل المسببة للمرض لذلك يجب الاهتمام في عملية الري وخاصة أثناء الازهار او بعد عقد الثمار وعدم احداث اي تقلبات في كمية ماء الري في هذه الفترة لكي نقلل من حدوث المرض. كذلك فإن زيادة كمية الماء بشكل عام تزيد المرض اكثر منه في حالة الري المتوسط.

٤ - السماد البلدي خاصة الغني بالبوتاسيوم اذا استعمل بنسبة عالية فإنه يزيد المرض خاصة تحت بعض الظروف البيئية وفي بعض أنواع الأراضي. كذلك يجب الاعتدال في التسميد بالاسمدة الكيماوية والتناسب بينها وقد ذكرنا ذلك سابقاً.

٥ - عدم رفع درجة حرارة التربة خاصة في الصوبات الزجاجية لأن المرض يقل في التربة ذات درجة الحرارة المنخفضة.

٣ - مرض البقعة الجافة في التفاح والبرقوق
Drought Spot of Apples and Prunes

تظهر أعراض هذا المرض على شكل بقع ملونة سوداء على سطح الثمرة ويكون هناك في الشبكة الوعائية تحت الجلد لون مائل للبني. تكون خلايا طبقة القشرة الخارجية ميتة ومتحللة بالقرب من نهاية العروق. يظهر إفراز من قطرات صغيرة شفافة من عصارة الخلية على سطح جلد الثمرة في كل من التفاح والبرقوق. تسقط الثمار وعندما تفشل في السقوط تصبح متجعدة او أن البقع تتكشف إلى مناطق جافة او مشققة.

عندما تكون تقلبات الرطوبة شديدة تكون البقع أعمق ومتشابهة وتتميز بلون بني، فليني او لبابي وتتكون مناطق غائرة إلى حد ما. تكون هذه البقع واضحة على التفاح إلا أنها تكون محجوبة او مبهمة على البرقوق حيث يكون لون الجلد الطبيعي الارجواني مغطي جميع الثمرة، إلا أن الحالات الشديدة يمكن ملاحظتها على الثمرة.

يتسبب المرض عن نقص مفاجيء في الري او في كمية الماء خاصة بالقرب من نهاية الموسم. هناك بعض المراجع تذكر أن هذا المرض يتسبب أيضاً عن نقص البورون. ولم أجد إلا مرجعاً واحداً يقول أنه يمكن معالجة المرض باضافة ٦٠ باوند حامض البوريك/ هكتار. إلا أن السبب الرئيسي الذي ذكره أكثر من مرجع لهذا المرض هو الاضطرابات والتقلبات المائية في التربة.

٤ - جفاف أشجار الغابات
Drought Forest Trees

مقدمة:

يشمل هذا المرض الضرر المتسبب عن النقص الحقيقي لمتطلبات الأشجار من الماء. يتسبب هذا المرض عن مرور فترات طويلة من نقص المطر مع وجود الرياح الجافة. يمكن أن ينتج الضرر من موسم حدث فيه نقص حاد في الامطار او عن تتابع عدة سنوات جافة والذي

تجمع تأثيرها سنة بعد أخرى وبالتالي أصبحت التربة التي فيها جذور الأشجار منخفضة الرطوبة وأصبحت أقل من متطلبات الأشجار. إن ضرر الجفاف التدريجي كثيراً مايصعب تشخيصه، بحيث أن الأشجار التي تعاني من الجفاف يصعب تمييزها عن الأشجار الضعيفة بسبب مهاجمتها بالكائنات الحية الدقيقة المرضة أو الحشرات. مع أن الأشجار تبقى حية إلا أن نموها يضعف او يقف. يمكن أن يظهر تأثير الجفاف بوضوح وفوري او يمكن أن يكون تأثيرالجفاف على الشجرة في موسم النمو اللاحق وليس في نفس موسم النمو الذي حصل فيه الجفاف وبالتالي فان تقارير سقوط الأمطار ضرورية واساسية في تشخيص امراض أشجار الغابات وخاصة أضرار الجفاف.

الأعراض:

تظهر أعراض الجفاف على بعض أنواع المخروطيات على شكل نقص في قطر الاغصان الجديدة وتميل النموات الحديثة للظهور بعد سنة من حدوث موسم الجفاف. تعتمد شدة الأضرار على شدة الجفاف وتتراوح من أضرار بسيطة للمجموع الخضري إلى موت كامل للشجرة. عادة تتأثر الأشجار الحديثة السن أكثر من تلك المتقدمة في السن والتي تكون جذورها قد تعمقت كثيراً في التربة. ومن الحقائق المسلم بها أن الأشجار ذات المجموع الجذري في التربة غير السميكة تتأثر بالجفاف أكثر من تلك التي جذورها في تربة سميكة.

اكثر اعراض الجفاف ظهوراً هو موت النموات الحديثة في الشجرة من القمة إلى أسفل (موت قمم أو موت رجعي) وتموت أطراف النموات من الأطراف الجانبية للشجرة إلى الداخل وتكون شدة الموت أكثر على الأشجار المعرضة للشمس اكثر في المنحدرات. يحدث تلون المجموع الخضري وقد يتبعه ذبول النموات الحديثة.

يتحول لون الأوراق في الأشجار الخشبية إلى اللون المصفر أو المحمر ويبدأ التلون عادة من قمة الورقة أو من حواف الأوراق، واحياناً بين العروق الرئيسية ويستمر حتى يشمل جميع نصل الورقة في النهاية. تسقط الاوراق غير كاملة النضج ويكون موسم النمو لجميع الأشجار قصيراً. يتحول لون الأوراق الابرية في المخروطيات إلى اللون البني المحمّر مبتدءًا من الاوراق

الحديثة السن ويأخذ التلون مجراه في أواخر الصيف والخريف أو مبكراً في الشتاء. وكنتيجة للجفاف الذي حصل في ساحل البسفيك سنة ١٩٢٩ خاصة في كاليفورنيا ماتت أشجار كثيرة منها أشجار الدوغلاس (كانت اكثر الأشجار تضرراً) ثم Sugar pine،Ponderose Pine وأشجار التنوب White Fir، إلا أن أشجار الدوغلاس أظهرت درجات مختلفة من التأثر. بعض الأشجار ماتت كلية من فوق سطح الأرض، البعض الآخر ماتت منطقة التاج على مسافات مختلفة من القمة، وفي بعض الأشجار ماتت أجزاء فقط من التاج وفي بعضها ماتت أطراف الأغصان وفي أشجار أخرى ماتت جميع الأغصان ولكن بقي الساق الرئيسي حياً وتكشفت عليه بعض النموات الصغيرة. لوحظ في جميع الأشجار أن المجموع الجذري بقي حياً لم يمت بعد أن تكون جميع الأجزاء فوق سطح التربة قد ماتت، كذلك ينخفض إنتاج التربنتين والراتنج.

تختلف الأشجار كثيراً في مقدرتها على مقاومة الجفاف فإن كلاً من الارز *Cedars*، *Thyja sp.* يظهر عليها تأثير الجفاف بسرعة وذلك بظهور التلون البني على المجموع الخضري، بينما صنوبر Ponderosa والصنوبر الاسترالي تكون أقل تأثراً بالجفاف. إن الشوكران الشرقي Eastern hemlock ماتت بشكل تام بعد عدة سنوات متتالية من الجفاف، هذا يعني أن الشوكران شديد الحساسية للجفاف، بينما البلوط، أبو فروة والبلوط الأحمر والبلوط الأبيض كانت أكثر مقاومة.

وقد فسرت مقاومة بعض الأشجار للجفاف أنها مبنية على أساس الأوضاع الفسيولوجية في النبات والتي تؤدي إلى جعل سيتوبلازم خلية النبات اكثر تحملاً لقلة الرطوبة وتزداد كثافة عصارة الخلية، وكذلك مقدرة النبات على إحداث بعض التحورات في تركيب الخلية في بداية احساسه بالجفاف.

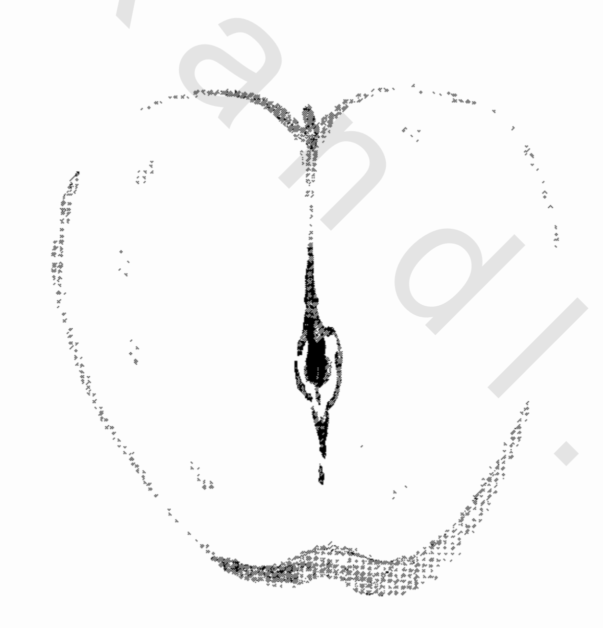
٥ - مرض الفلين في التفاح
Cork of Apples

يكون مظهر هذا المرض مشابهاً إلى حد ما أعرض مرض النقرة المرة في التفاح، إلا أن هناك اسباباً مقنعة في تشخيص هذا المرض تجعله يوصف ويذكر كمرض مستقل عن مرض النقرة المرة.

تكون أعراض مرض الفلين في التفاح على شكل بقع بنية فلينية داخلية مبعثرة خلال لحم الثمرة. عند اجراء مقطع طولي في الثمرة تبدو هذه البقع البنية منفصلة عن بعضها البعض ومنتشرة بدون تمييز بين الأنسجة وممتدة تقريباً إلى قلب الثمرة. وفي الحقيقة تكون هذه البقع تابعة تماماً لممرات الحزم الوعائية. لاتظهر هذه البقع إطلاقاً خلال الجلد ولكن يمكن أن يمر سطح الثمرة بسلسلة من الارتفاعات والإنخفاضات.

تبدأ المراحل الأولى من المرض على الثمرة عندما يكون قطر الثمرة لايزيد عن ٢سم. وكما ذكر سابقاً لاتكون الاعراض مرئية من الخارج. وحتى عندما تكبر الثمرة وتصل طور النضج فان الشخص الخبير لايستطيع أحياناً أن يقوم بتشخيص المرض دون أن يقوم باجراء مقطع طولي في الثمرة. هناك بعض الأبحاث القديمة تعتبر التشوهات التي تظهر علي سطح الثمرة هي جزء من أعراض مرض النقرة المرة، إلا أن هذه الابحاث لم يثبت صحتها (شكل رقم ٣).

لقد وجد أن الاضطرابات المائية في التربة والمصحوبة بنقص البورون هي السبب الرئيسي للمرض.



شكل رقم ٣: أعراض مرض الفلين فى التفاح.

٦ - الطرف الأسود في الكمثرى
Black End of Pears

تظهر أعراض هذا المرض على شكل مناطق صلبة سوداء بنية تتراوح في مساحتها من بثرات صغيرة إلى حوالي ٢ إنش أو أكثر بالقرب من قاعدة الثمرة او تكون بقع ذات لون أسود محمر في طرف الثمرة بالقرب من الكأس، قد يظهر لطخ سوداء حول البقع المركزية (شكل ٤). في حالات الاصابة الشديدة يمكن أن يصبح اللون غامق او أسود ويمتد على مساحات كبيرة من سطح الثمرة وتصبح الثمرة مشققة (شكل رقم ٤). البقع التي تبدأ في الظهور على الثمار وهي في طور النضج (يمكن أن يصاب ٥٠٪ من ثمار المحصول) تستمر وتزداد أثناء التخزين. يصل الفقد في المحصول ٥ - ١٠٪.

يبدو أن المرض يكون مرتبطاً باستعمال الاصول اليابانية والتي لها استجابات فسيولوجية مختلفة أثناء إنتقال الماء من الاصل إلى الطعم. تزداد خطورة وشدة المرض عندما تكون درجات الحرارة مرتفعة والرطوبة النسبية منخفضة.

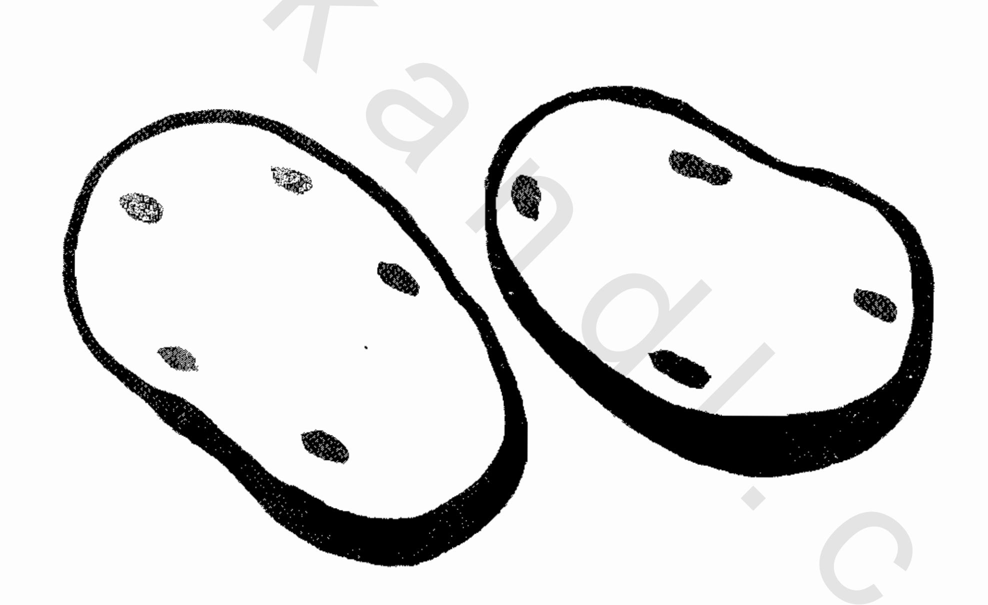


شكل رقم ٤: أعراض مرض الطرف الأسود فى الكمثرى.

٧ - التبقع الداخلي البني لدرنات البطاطس
Internal Brown Spot of Potato Tubers

إن هذا المرض في البطاطس يشبه مرض الفلين في التفاح ومن المحتمل أن يكون نتيجة لظروف بيئية متشابهة. تظهر أعراض هذا المرض على شكل بقع بنية فلينية ذات أشكال واحجام غير منتظمة وموجودة مبعثرة عشوائياً خلال لحم الدرنة. لايظهر أية أعراض خارجية خاصة بهذا المرض على سطح الدرنة ولا يلاحظ المرض إلا عند قطع الدرنة (شكل ٥).

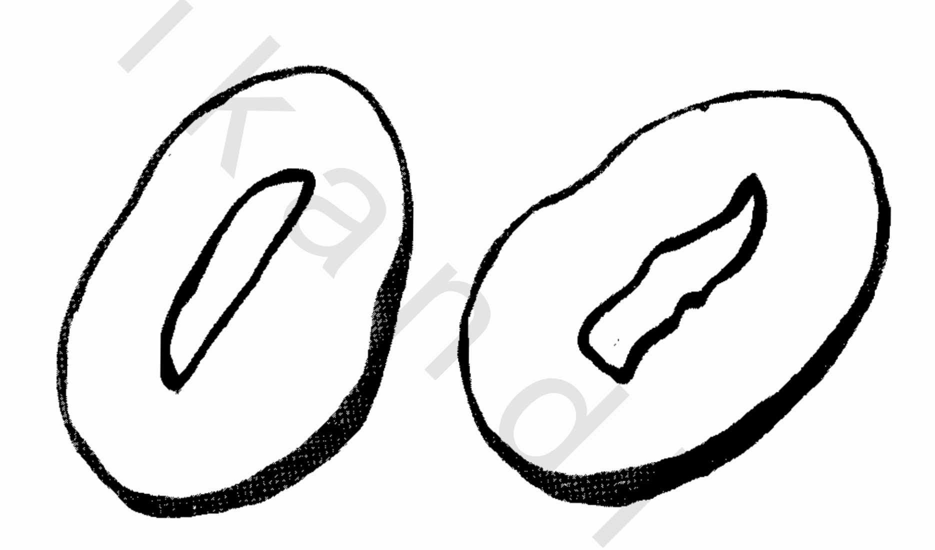
إن السبب الرئيسي والمباشر لهذا المرض هو نقص البورون مع الاضطرابات المائية في التربة. تشير كثير من الأبحاث إلى أن المرض يكون نتيجة إنخفاض نسبة الرطوبة في التربة عن المستوى المطلوب لنباتات البطاطس. كذلك فإن نوع التربة المزروع فيها البطاطس هي عامل مؤثر إلى حد ما على المرض.



شكل رقم ٥: أعراض مرض التبقع الداخلى فى درنات البطاطس.

٨ - القلب الأجوف في البطاطس
Hollow Heart of Potatoes

يتميز هذا المرض بظهور ثلم أو شق مجوف في داخل درنة البطاطس لايرى إلا عند قطع الدرنة (شكل رقم ٦). يظهر هذا المرض نتيجة لسرعة النمو الناشيء عن زيادة كمية الماء والمواد الغذائية في التربة، وهذا يؤدي إلى سرعة تكوين وإنتفاخ الأنسجة ويزداد تكوين النشا عن السرعة المطلوبة وبالتالي يحدث تشقق داخل درنة البطاطس.



شكل رقم ٦: أعراض مرض القلب الأجوف فى درنات البطاطس.

٩ - السنبلة المستقيمة في الرز
Straight Head of Rice

يظهر هذا المرض على شكل بطء تكشف سنابل الرز وتبقى هذه السنابل خضراء (شكل ٧) لمدة أطول منها في الحالات العادية وتكون السنابل في وضع عمودي قائم في الوقت التي تكون فيه السنابل العادية مدلاة. تنمو العصيفات والاجزاء الأخرى من الزهرة نمو ناقص وتكون مشوهة او تكون الاجزاء كاملة ولكن الزهرة تبقى عقيمة. يمكن منع حدوث هذا المرض وذلك بتنظيم الري ورطوبة التربة.



شكل رقم ٧: مرض السنبلة المستقيمة فى الرز السهم يشير إلى السنبلة المستقيمة.

١٠ - البقعة البيضاء في البرسيم الحجازي
White Spot of Alfalfa

ينتشر هذا المرض في الأراضي الطينية الثقيلة، وعلى النباتات القوية النامية بغزارة، تظهر أعراض هذا المرض على البرسيم الحجازي والحندقوق مشابهة لاضرار ثاني اكسيد

الكبريت. تتميز الاعراض بظهور بقع بيضاء واضحة بها نقط صغيرة ميتة ومتحللة. تكون حواف البقع غير منتظمة وتتراوح في قطرها من ٣ - ٥ ملم. يمكن أن تظهر البقع على حواف الأوراق او بين العروق على نصل الورقة او في كليهما. تمر الأنسجة المصابة في عدة مراحل تبدأ من مظهر مائي، لون داكن، أخضر غامق، أخضر فاتح مصفر وأخيراً لون باهت، أحوى باهت ثم أبيض تماماً. تأخذ هذه المراحل من ٢ - ٣ أيام. في حالات الاصابة المتوسطة يظهر اصفرار وابيضاض في حواف وقمة الوريقات ولكن في حالات الاصابة الشديدة يصبح جميع نصل الورقة أبيض تاركاً الورقة هيكل فيها العروق الكبيرة خضراء. يسبب المرض احياناً خسارة ٣٥٪ من المحصول.

يتسبب المرض عن تقلبات في الري. فاذا تركت النباتات بدون ماء مدة طويلة ثم أخذت كميات كبيرة من الماء فجأة لمدة يوم او يومين، يتكشف المرض. وقد ذكرت بعض الأبحاث أن موت الخلايا يتسبب عن دخول الماء فجأة إلى الأنسجة ويكون متبوعاً بزيادة الامتصاص وخفض النتح والذي يقلل مستوى الاكسجين في النبات ويتدخل مع التنفس، زيادة على ذلك تتسبب بعض أنواع التنفس غير الكامل في تكوين كميات من المركبات السامة وتقتل الخلايا.

١١ - القلب الأسود في الكرفس
Black Heart of Celery

ليس هذا المرض محدوداً على الكرفس ولكن يمكن أن يظهر على الجزر، الشمر، البقدونس ومجموعة أخرى من محاصيل العائلة الخيمية. إن المرض شائع حيث يزرع الكرفس. غالباً ماتموت القمم النامية. كما لوحظ أيضاً موت القمة النامية في بنجر السكر النامي في الأراضي الغدقة. عادة تبدأ الأعراض في الظهور عندما تصل النباتات إلى منتصف حجمها في النمو. تظهر الأعراض اولاً على الاوراق الحديثة في مركز الساق. تكون حواف الاوراق الحديثة ذابلة باهتة وتتحول إلى اللون البني الشاحب وأخيراً الاسود. سرعان ما تهاجم بكتيريا العفن الطري أنسجة الاوراق الحديثة الميتة حيث تسبب ظهور الساق اللزج المائي ويتحلل ويصبح الساق غير قابل للتسويق.

يتسبب مرض القلب الأسود في الكرفس أساساً عن التقلبات المائية في التربة وهذا يشجعه كثيراً نقص الكالسيوم، فاذا لم يكن هناك نقصاً في الكالسيوم يكون المرض ضعيفاً وغير محدد السلوك أما بوجود نقص الكالسيوم فتكتمل معالم المرض. وجد أن النباتات النامية في الاراضي الغدقة الثقيلة تكون حساسة بشكل عام للمرض بغض النظر عن محتوى التربة من الكالسيوم. يصبح المرض سريع الانتشار إذا تركت النباتات تعاني من نقص الماء او تركت للجفاف مدة طويلة ثم سقيت بغزارة. يمكن معالجة هذا المرض باضافة ٠٫٠٥ - ٠٫٢٥ مول من كبريتات الكالسيوم او نترات الكالسيوم رشاً على النباتات.

١٢ - ذبول القمة في الكتان
Wither Tip of Flax

يتميز هذا المرض بذبول او تدلي قمم الفروع. يظهر موت وتحلل عند نقطة الإنحناء عندما تكون النباتات حوالي واحد قدم طولاً وتموت القمة. تعطي البراعم الجانبية التي تحت القمة التي ماتت نموات جانبية تأخذ في مظهرها صفة الشجيرة. يتثبط تكوين الخلايا الليفية، يضعف الساق وتنخفض قيمته التسويقية.

يتسبب المرض اساساً عن اضطرابات (تقلبات) الماء في التربة، إلا أن نقص الكالسيوم ذو أهمية كبيرة في إظهار المرض. وجد أن النقص الشديد في الكالسيوم يسبب أعراضاً نموذجية لما وصف سابقاً بالإضافة إلى حدوث هذه الاعراض في نباتات الصليبيات، التيولب والبقوليات. تصبح العروق الرئيسية وحوامل الاوراق مصابة بالمرض. تذبل قمم الأفرع ثانية وتتدلى الأوراق.

١٣ - التحلل الداخلي في الليمون (الاندوكسيروزز)
Internal Decline of Lemon (Endoxerosis)

تكون اولى أعراض المرض أن تفقد منطقة بقايا القلم في الثمرة لمعانها او أن تصبح هذه المنطقة صفراء قبل نضج الثمرة بينما بقية الثمرة تبقى خضراء. كذلك فان الطرف الزهري

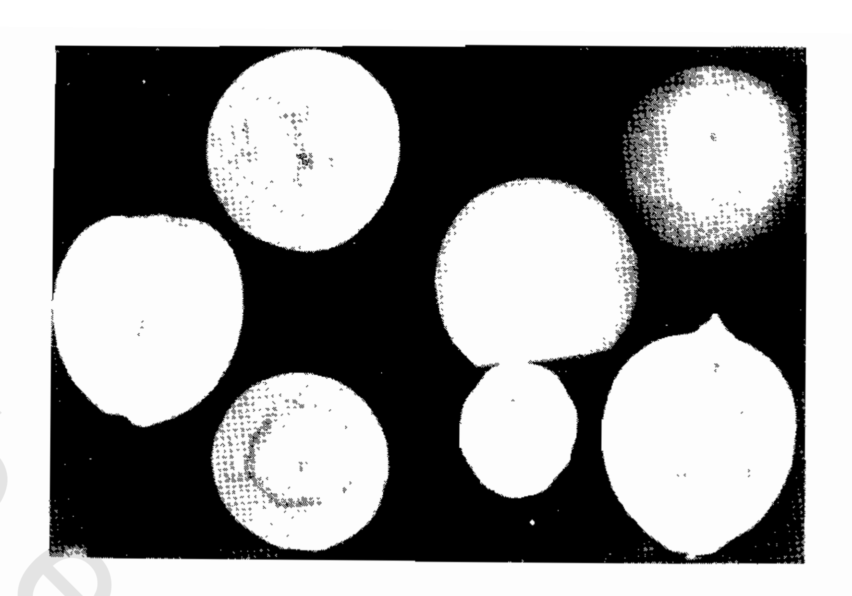
يمكن أن يصبح رقيق الجلد وسطح الجلد غائراً إلى حد ما في الثمرة. أما في داخل الثمرة يتكشف فتحات اسطوانية في حلقة الحزم الوعائية في منطقة الطرف الزهري (بقايا القلم). لاتلبث هذه الفتحات أن تمتلىء تدريجياً بترسبات صمغية ذات لون مائل للبني. تتحلل المنطقة المحيطة بالأنسجة الوعائية ويزداد ترسب الصمغ والراتنج ويتكشف بقع موضعية بنية على الطرف الزهري (شكل ٨).

يعتمد مدى إنتشار التحلل الداخلي على التقلبات المائية خلال تطور الثمرة. عندما يحدث نقصاً في الماء فإن الأوراق تسحب الماء من الثمار خالقة ظروف مائية صعبة في الثمرة وتنهار وتموت أنسجة الثمرة خاصة في منطقة الطرف الزهري.

يسمى هذا المرض، اصفرار القمة، تدهور الطرف الزهري في الليمون، غالباً ما تكون أعراض المرض متشابهة مع أعراض الاصابة بفطر عفن الالترناريا والذي يكون عادة تابعاً او مرافقاً لهذا المرض. يبدأ المرض في اول مايو او يونيو ويصل أقصى درجة تكشف في الصيف الجاف.

يتشكل الصمغ عادة في قلب الثمرة واحياناً بجانب القشرة. اذا قطعت الثمرة تلاحظ الكتل الصمغية القرنفلية إلى البنية في الأنسجة الجافة جزئياً والمنهارة. يمكن أن يمتد التصمغ حتى إلى الأفرع الصغيرة التى تحمل الثمرة المريضة. عندما تتحول الثمرة إلى اللون الاصفر فمن الصعب تمييز المرض بدون قطع الثمرة. غالباً ماتطفو الثمار في الماء وتكون جهة القلم إلى أعلى عند الغسيل أو معاملتها في تنكات.

يعتقد أن السبب يتعلق بالماء والظروف الفسيولوجية للشجرة والثمرة وحرارة الهواء والتربة وتأثيراتها على النتح وكمية الماء. يوصى بجعل ظروف الماء في التربة متحكم بها حسب المطلوب للأشجار السليمة. يجب قطف الثمار قبل أن تصل إلى طور مابعد النضج.



شكل رقم ٨: أعراض مرض الاندكسوروزز أو التحلل الداخلي لثمار الليمون في الشمال، أما فى اليمين يلاحظ أعراض مرض عفن الطرف القلمي. إن مرض التحلل الداخلي أكثر شيوعاً فى ليمو بيرشيا.

١٤ - تشقق ثمار الطماطم
Cracking of Tomato Fruits

يصيب هذا المرض الطماطم قرب إنتهاء موسم النمو عند النضج، يظهر بشدة عقب حدوث أمطار غزيرة او ري غزير للمحصول. يلاحظ هذا المرض على الثمار التي تتكون في نهاية الصيف وبداية الخريف حيث يحدث في هذه الفترة امطاراً في كثير من الدول العربية، وبالتالي فان زيادة الرطوبة الأرضية والهوائية مع وفرة الغذاء تسبب المرض.

تظهر الاعراض على شكل شقوق غائرة في الثمرة قد تصل إلى ٣ ملم وتكون مبطنة من الداخل بغشاء أبيض رهيف لايلبث أن ينكسر وتمتلىء الشقوق بالتراب او بالفطريات الرمية ويتحول لون الشق إلى اللون الأسود. تبدأ الشقوق من عند حامل الثمرة وتنزل إلى الطرف الزهري ولكن لايزيد طول الشق عن ٢ سم وذلك حسب حجم الثمرة. لايصل الشق إلى نصف

حجم الثمرة غالباً، وفي أية حال لايزيد عن ربع القطر. نادراً مايكون الشق عرضياً. احياناً تساعد أشعة الشمس بعد فترة الامطار الغزيرة على تشجيع تكوين الشقوق. اذا تأخر جمع الثمار بعد بدء ظهور الشقوق فيها فانها تفقد قيمتها التسويقية.

ينصح بجمع الثمار في نهاية الموسم دائماً قبل وصولها إلى طور النضج وكذلك تجمع قبل سقوط الامطار، أما بالنسبة للمناطق المروية فمن المعروف عدم ري النباتات قبل جمع الثمار بمدة طويلة.

١٥ - تصمغ أشجار اللوزيات
Gummosis of Stone Fruits

يصيب هذا المرض جميع أشجار اللوزيات بما فيها اللوز، الكرز، المشمش، البرقوق والخوخ. تظهر الاعراض بشكل اساسى على الساق الرئيسي للشجرة وعلى الاغصان الكبيرة وقليلاً على الفروع الصغيرة. احياناً تظهر التصمغات على قواعد الأوراق او على الثمار.

تكون الاعراض في البداية على شكل بثرات مصفرة على الساق، لاتلبث أن تنفجر هذه البثرات ويخرج منها سائل عمبري صمغي ويسيل على الساق لبضع سنتيمترات ثم يتجمد ويلتصق بالساق ويتصلب. قد ينتشر هذا السائل على شكل كتل متفرقة تشمل ٦٠٪ من ساق الشجرة وأحياناً يكون موزعاً في مناطق محددة على الساق. إن احداث اي جرح في ساق بعض الأشجار يؤدي إلى حدوث التصمغ تضعف الأشجار التي يتكون عليها الصمغ بإستمرار ويقل إنتاجها نظراً لأن هذه الصموغ عبارة عن عصارة غذائية للنبات حدث فيها تغيرات فسيولوجية أدت إلى خروجها إلى خارج سطح الساق. في حالات نادرة تظهر الصموغ على ثمار الكرز والخوخ خاصة بالقرب من حامل الثمرة وذلك بعد أن تصل الثمرة إلى طور النضج.

يعزى المرض إلى اسباب عديدة منها:

١ - ارتفاع مستوى الماء الأرضي في التربة. إن هذا السبب كثيراً ما أواجهه في الكتب العربية والأجنبية. وأستطيع أن أقول إن هذا هو أحد الأسباب وتحت ظروف معينة فقط،

ولكن حسب خبرتي فإن المرض يظهر ولايكون بسبب ارتفاع مستوى الماء الإرضي في جميع الحالات. وذلك لأنني لاحظت حدوث هذا المرض في مناطق جبلية كثيرة في الدول العربية بحيث يكون سمك طبقة التربة لايزيد عن ٤٠ سم وهي مناطق جافة تعتمد على الامطار وهذا المرض منتشر كثيراً فيها.

٢ - عدم توافق الطم مع الأصل. هذا أيضاً من الاسباب التي تؤدي إلى حدوث المرض ولكنه أيضاً غير مقنع كسابقه، لأن الأشجار التي يظهر عليها المرض يكون قد مضى على تطعيمها عشرة سنوات او اكثر وهي نامية بقوة وغزارة وتكون كبيرة ومثمرة وقد يصل عمرها إلى ١٥ سنة.

٣ - الاصابة ببعض الأمراض الفيروسية أو الفيرويدية. هذا السبب أرجحة عن الاسباب السابقة ولكن لغاية الآن لم يصلنى من الابحاث مايثبت ذلك.

٤ - وجود طبقة صخرية قريبة من سطح التربة بحيث تمنع إنتشار الجذور وتوقف نموها وتزيد إمتصاص بعض العناصر على حساب عناصر أخرى مثل الكالسيوم. لغاية الآن يذكر هذا السبب عابراً ولم أجد بحثاً متخصصاً في هذا الموضوع.

بعد ذكر هذه الأسباب التى قد يكون احداها على الأقل هو مسبب مرض تصمغ اللوزيات أود أن أقول إن هذا المرض قد يرجع لاسباب وراثية متعلقة بتكوين الصموغ إستجابة لأي اضرار ميكانيكية تحدث للشجرة وهذا الاقتراح أطرحه لمن يريد البحث العلمي.

١٦ - إحمرار اوراق القطن
Red Leaf of Cotton

يظهر هذا المرض في مناطق زراعة القطن ذات الصرف السيىء حيث يشتد المرض في حالة سوء صرف المياة الأرضية ويقل إذا كان مستوى الماء الأرضي منخفض. تظهر الاعراض على شكل بقع حمراء صغيرة في نصل الورقة في الأوراق الحديثة. تتحد هذه البقع مع بعضها وتكبر وتغطي مساحة كبيرة من النصل. يمكن أن تظهر البقع على الفروع الصغيرة وعلى باقي أجزاء النبات سواء العروق الكبيرة او حامل الورقة. تصبح الاوراق صلبة وهشة

وتتساقط وقد يسقط اللوز احياناً. ينخفض إنتاج النبات وتتدهور حالته. يتسبب المرض عن الاضطرابات المائية حيث يزيد إذا حدث ري غزير او أمطار كثيفة بعد فترة جفاف طويلة او تعطيش.

١٧ - القمة المشوهة في القطن
Deformed Top of Cotton

هذا المرض قديم جداً وظهر في امريكا في اوائل القرن العشرين، يظهر المرض على شكل تفرعات غير طبيعية على قمة نبات القطن وخاصة في الاجزاء العليا ويظهر تشوه كبير في النموات الخضرية والنموات الثمرية وتكون السلاميات قصيرة ويظهر النبات بشكل غير طبيعي، لاتتكون الازهار على الأفرع الشاذة، تتساقط الأزهار وتتساقط اللوزات، تكون الأوراق مثنية إلى أعلى تأخذ شكل الفنجان.

يتسبب المرض عن سوء صرف الماء من التربة والتقلبات المائية وقلة الاكسجين في التربة. قد يكون هناك أسباباً أخرى مثل الاضطرابات الهرمونية والفسيولوجية في النبات.

١٨ - تجويف ثمار الطماطم
Tomato Puffs

تكون الثمار المصابة خفيفة الوزن مشوهة وغالباً مسطحة ومجوفة إلى حد ما. يبدء التجويف في الاطوار الجنينية الأولى ويتقدم كلما تقدمت الثمرة في النمو. تكون الثمار الناضجة غير صالحة للتسويق. تتكون الاعراض من حدوث مساحات فارغة كبيرة تحيط بالمشيمة في الثمرة. عند عمل مقطع عرضي يلاحظ التجويفات محيطة بالبذور وتفشل البذور في أن تتكشف جيداً. يتوقف نمو المبيض ويتوقف التكشف السليم للأنسجة المحيطة بالمبيض. إن أي من العوامل التي تتدخل في عملية التلقيح أو تمنع الاخصاب او تمنع تكشف نمو المبيض جيداً تؤدي إلى حدوث الجيوب المحيطة بالمشيمة وبالتالي تؤدي إلى أن يكون ٥٠٪ من باطن الثمرة فارغاً.

يتسبب هذا المرض عن التقلبات المائية في التربة سواء كان الماء زائداً أو ناقصاً في وقت حدوث الاخصاب. كذلك فان ارتفاع درجة الحرارة كثيراً أثناء الاخصاب تساعد في حدوث هذا المرض أيضاً.

١٩ - جدري ثمار الطماطم
Tomato Fruit Pox

يتميز هذا المرض بظهور بثرات صغيرة يصل قطرها ٣ ملم ذات لون أخضر غامق منتشرة فوق سطح الثمرة. تعزى هذه الأعراض إلى الرطوبة العالية في بداية موسم تكوين الثمرة ثم يتبعها ظروف جافة بالقرب من وقت جمع المحصول.

٢٠ - البقعة المائية في برتقال ابو سرة
Water Spot of Navel Oranges

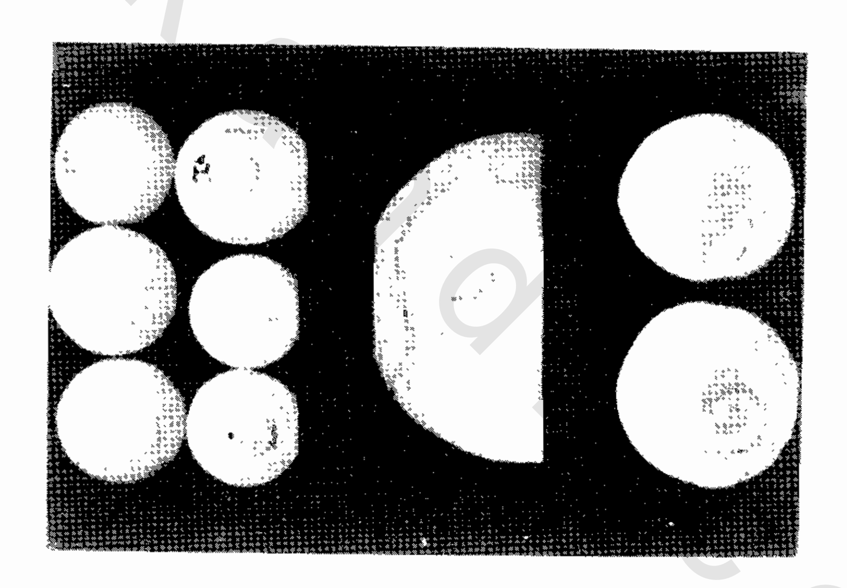
إن البقعة المائية في برتقال أبو سرة تسبب خسائر كبيرة في كثير من ولايات امريكا، حيث في تلك المناطق يستمر تساقط المطر بغزارة لعدة أيام متواصلة في المدة الواقعة بين يناير وابريل. تحدث البقعة المائية في الجروح الحديثة في برتقال فلنشيا، تنجارين، جريب فروت، الليمون والبرتقال الذهبي Kumquate يصاب حتى في غياب الجروح حيث أنه حساس جداً لتحطيم بعض الخلايا.

الاعراض : تظهر اعراض المرض على شكل بقعة بيضاء من أنسجة شبه مفككة في قشرة الثمرة. تكون البقعة كبيرة ومميزة. إن التركيب شبه الاسفنجي للقشرة مع مقدرتها على جذب الماء للخلايا صفة هامة في تكشف المرض. يدخل الماء إلى القشرة من خلال جروح عادية او تشققات النمو ومن نهاية واطراف السرة في الثمرة والجروح الحديثة. إذا شفيت الجروح وغطاها الكالوس قبل الامطار فان البقعة المائية لاتزيد. إن الفترة المطرة مع الرياح تسبب اضراراً ميكانيكية، هذه الاضرار لها دور في زيادة دخول الماء إلى القشرة، كذلك فإن اضرار البرد والصقيع تزيد اضرار البقعة المائية. إن إمتصاص الماء يزيد في حجم الثمرة بجانب زيادة مطاطية القشرة وهذا يسبب تشققات دقيقة جداً والتي من خلالها يدخل الماء ويسبب بقع مائية كبيرة (شكل رقم ٩) تصل إلى قطر ٣ سم وتكون طرية وناعمة الملمس.

هناك أسباب أخرى تساعد في تحطيم أنسجة الثمرة، منها، إنطلاق الزيوت الطبيعية السامة في القشرة ويكون هذا متبوعاً بالتلون البني في المناطق المتضررة ثم يتبعها الاصابة بالاعفان. ليس لمرض البقعة المائية علاقة مع كثافة الغدد الزيتية او كمية زيت القشرة او عدد الثغور في القشرة. إن الرش بالزيوت يسهل حدوث البقعة ميكانيكياً.

وجد أن الثمار المتكونة في ظروف إنخفاض الكثافة الضوئية، رطوبة عالية، تزويد الماء باستمرار تسبب نمو عصيري وكذلك التسميد النيتروجيني يسبب زيادة نمو النبات وزيادة قابلية الثمار للاصابة بمرض البقعة المائية.

إن معاملة الأشجار بمنظمات النمو النباتية مثل 2, 4 - D والجبرللين قد تساعد في جعل قشر الثمرة اكثر صلابة وبالتالي تقلل من اضرار مرض البقعة المائية. كذلك فإن جمع الثمار وتسويقها قبل دخولها طور النضج الكامل يقلل من حجم الخسائر.



شكل رقم ٩: أعراض مرض البقعة المائية في الحمضيات في الشمال والوسط. أما في اليمين تظهر أعراض مرض التغضن والتقشر في ثمار الحمضيات.

هناك مرض يسمى بقعة القشرة في برتقال فالنسيا Valencia Rind Spot هذا المرض يشبه مرض البقعة البيضاء السابق ذكره مع إختلاف بسيط في بداية ظهور الاعراض حيث تكون البقعة هنا منخفضة قليلاً مع تلون بسيط ولكنها فيما بعد تصبح غامقة مع وجود ظلال من اللون البني. تهاجم فطريات *Colletotrichum* و *Alternaria* البقعة وتبدأ الثمار في التحلل.

الفصل الثانى

حرارة وتهوية التربة

Soil Temperature and Aeration

أولاً : حرارة التربة:

تتعرض النباتات النامية، إلى درجات حرارة في التربة أعلى من الدرجة المثلى اللازمة لها، واحياناً تكون درجة الحرارة عالية بحيث أنها تسبب اضراراً للنبات. تحدث الاضرار لاعضاء النبات الموجودة تحت سطح التربة عندما تتعرض التربة لدرجات حرارة الصيف العالية في النهار او عندما تهب رياح جافة عالية الحرارة، فانها ترفع درجة حرارة التربة. كل هذا يؤثر على أجزاء النبات الموجودة تحت سطح التربة. يظهر تأثير درجة الحرارة العالية عن طريق تأثيرها على عمليات البناء والهدم في الخلية.

تظهر التأثيرات الضارة على النباتات من درجات الحرارة العالية في الأراضي السوداء والتي احياناً يمكن أن ترتفع إلى درجة ٥٠ْم. تحدث الاضرار على أجزاء النبات الملامسة لسطح التربة، يبدو على البادرات الصغيرة سقوط ويمكن أن تموت نتيجة لسرعة موت الجدر العصارية للبادرة. أما النباتات التى تخطت دور البادرة فيظهر عليها تشققات بالقرب من سطح التربة. يتكون أحياناً تقرحات تكون متطاولة ويظهر فوقها منطقة كالوس. قد ينضح من الشقوق بعض المواد الكربوهيدراتية المصنعة. تنكسر النباتات الضعيفة وأخيراً تموت إذا ماحدث لها إنثناء بواسطة الرياح. إن مرض التشقق الناتج عن الحرارة هو اكثر شيوعاً وإنتشاراً في النباتات المزروعة في خطوط متباعدة كثيراً عن بعضها البعض بحيث أن التربة تمتص أشعة الشمس مباشرة بدون حاجز، وبالتالي ترتفع درجة حرارتها، بينما النباتات المزدحمة او المحاطة بالاعشاب يكون تضررها بحرارة التربة أقل حيث أن الاعشاب وازدحام النباتات يقلل من سقوط أشعة الشمس المباشرة على التربة. إعتماداً على ذلك فإنه يمكن وقاية النباتات من هذه الاضرار بالتظليل او عن طريق تغطية التربة السوداء بطبقة رقيقة من الرمل الأبيض او بوضع طبقة من النشارة أو التبن فوق سطح التربة.

كما سبق وأن ذكرنا أن الأراضي السوداء هي التي يظهر فيها اضراراً للنباتات اكثر منها في الأراضي الفاتحة اللون او البيضاء وذلك لأن الأراضي السوداء عندها قدرة عالية على إمتصاص الحرارة ويظهر على البادرات الحديثة جداً إنهيار كامل بالقرب من مستوى سطح التربة لكن البادرات الأكبر أو المنقولة يحدث لها تطويق حول الساق باللون البني بالقرب من سطح التربة ويستمر هذا الطوق في التعمق في قشرة النبات. في حالة التطويق هذه يستمر الماء في الانتقال من الجذور إلى المجموع الخضري، ولكن المجموع الجذري يبدأ يتلف تدريجياً بسبب تحطم اللحاء وبالتالي فهي لا تستطيع أن تحصل على المواد الكربوهيدراتية المرسلة بواسطة الاوراق، أخيراً فإن موت الجذور يؤدي إلى الاصفرار، الذبول والموت الرجعي (موت القمم) في الاغصان. من الممكن أن لاتظهر هذه الأعراض إلا بعد عدة أسابيع من إبتداء حدوث الأضرار نتيجة ارتفاع حرارة التربة وهذا يؤدي إلى صعوبة تشخيص المرض.

أما النباتات التى لايظهر عليها تطويق يتكون عليها أحياناً بقعاً صغيرة على سطح النبات بالقرب من سطح التربة، تكون غالباً على السطح المقابل للشمس في أغلب اوقات النهار. يمكن أن تتكسر البادرات عند مستوى سطح التربة بسبب الامطار الغزيرة وهذا يمكن أن يحدث بعد عدة أسابيع من إبتداء الضرر. كذلك فان رش النباتات في الطقس الحار بالماء يؤدي احياناً إلى زيادة الضرر. ولقد ذكر في بعض الابحاث أن قطرات الماء الجارية من على الورقة إلى أسفل الساق وتستقر على سطح التربة وجد أنها تُمتص من قبل أنسجة السيقان الحديثة وبالتالي تزيد قابليتها للتضرر بالحرارة. كذلك لوحظ حدوث أضراراً للحرارة على النباتات في المشاتل بعد رشها بالزيوت القاتلة للحشائش.

أما في أشجار الغابات فان مقاومة الشتلات لاضرار الحرارة تزيد بتقدم عمر الشتلة. وإذا حدث وأن ظهر تطويق على الشتلات فان هذا غالباً مايتبعه موت الشتلة. احياناً يمكن أن تموت الشتلات نتيجة الجفاف الشديد خلال الطقس الحار وذلك يؤثر على أنسجة النبات. كما وأن معدل موت الشتلات في مشاتل الأشجار الذي يعزى إلى الجفاف يمكن أن يكون حقيقة بسبب الحرارة.

يظهر على السيقان الخضراء على البادرات الحديثة جداً بقعاً صغيرة بيضاء فجأة منكمشة مائية المظهر تكون عادة فوق مستوى سطح التربة وتبدء على جهة الساق المقابلة للشمس. إن هذه الاعراض يشار إليها بالبقع البيضاء. كثيراً مايصبح الساق بأكمله محاطاً بهذه البقع وهذا يؤدي إلى إنحناء الساق وموت النبات، يمكن أن تموت بادرات مشاتل الصنوبر بأكملها نتيجة الحرارة.

مع أن سقوط البادرات المتسبب عن الحرارة يشابه سقوط البادرات المتسبب عن الكائنات الحية الدقيقة الممرضة إلا أنه في الحالة الأولى يمكن تمييز البقع بوجود لون فاتح واطراف محددة على جزء الساق فوق سطح التربة.

إن توفير ٥٠٪ ظل على مساحة المشتل منذ بداية ظهور البادرات حتى يصبح عمرها عدة أسابيع سوف يمنع أو يقلل خطر الحرارة كثيراً في المشاتل. يمكن توفير الظل بعمل اطارات من الخشب على ارتفاع ٥٠ سم فوق المشتل، والأفضل أن تكون مرتفعة أكثر من ذلك حتى تسمح بتهوية جيدة للمشتل، اذا استعملت شرائح خشبية للتظليل فيجب أن تكون متجهة من الشمال إلى الجنوب، كذلك يمكن تخفيف حدة الحرارة بجعل سطح التربة رطباً وذلك باضافة الماء إليه في الصباح أو في المساء.

إن الأضرار التى تحدث لنباتات المشاتل المتقدمة في السن أو أشجار الغابات الحديثة سواء كانت المخروطيات أو الأشجار الخشبية الأخرى ويظهر عليها مايسمى بمرض قاعدة الساق المطوقة كان يعزى إلى درجات الحرارة العالية لسطح التربة وكذلك يعزى إلى الفطر *Pestalozzia hartigi* لأنه من الشائع وجود هذ الفطر مع مرض الساق المطوقة على شكل رمي وفشلت المحاولات لاثبات أن هذا الفطر طفيلي على ساق النبات. إن الشجيرات ذات عمر ٢ – ٤ سنوات والمنقولة من المشاتل سواء كانت شجيرات صنوبر او بلسم، تنوب، البيسيه، الدوغلاس وبعض المخروطيات الأخرى فانها تتأثر بذلك. كما وأن البيسيه أكثر الأشجار حساسية للاصابة.

إن البقع المتكونة على قاعدة الساق والتطويق كلاهما يتدخل في إنتقال وحركة الغذاء وهي تؤدي إلى حدوث نمو على شكل إنتفاخ فوق البقعة وهذا يجعل مظهر البقعة نفسها

وكأنها قابضة على الساق. يمكن أن تظهر الأشجار المصابة سليمة لمدة من الزمن بعد ظهور البقع ولكن أخيراً تبدأ في الاصفرار تدريجياً وتموت. أما تلك الأفراد التي لم تكن كاملة التطويق لاتلبث أن تشفى وتعود عادية ثانية. في بعض المناطق حيث تكون المشاتل مزروعة في أراضي رملية ذات لون فاتح، وجد على أن الأصول خالية من تطويق السيقان عندما فحصت في اول الخريف وعندما أضيف إلى سطح التربة الفحم النباتي في بداية الصيف زادت اصابة الأشجار وذلك لأن تسويد سطح التربة يؤدي إلى رفع درجة حرارة سطح التربة إلى حد كاف لاحداث الضرر.

إن الأضرار الناتجة على بادرات الخرنوب الأسود نتيجة مهاجمتها بالنطاط *Stictoce-phala festina* يمكن أن تتداخل مع تطويق الساق المتسبب عن الحرارة حيث أن الحشرة أثناء تغذيتها تعمل حلقة على عمق ٠.٥ ١-٣ سم أو أكبر فوق سطح التربة حول السيقان الحديثة الضعيفة ونتيجة تغذية الحشرة تنبل الشتلة وتموت فوراً نتيجة التحليق. عندما تكون تغذية الحشرة غير مكتملة التحليق حول الساق او تكون الساق سميكة وقوية فان الشتلة لاتنبل ولاتموت وإنما تدوم طويلاً وتكون الكالوس فوق التحليق. تتميز اصابة الحشرة بأنها تكون على ارتفاع اكثر من ارتفاع الاضرار الناتجة عن الحرارة.

ثانياً : تهوية التربة Soil Aeration

إن النباتات الحية أو الأنسجة النباتية لها علاقة أساسية مع هواء البيئة المحيطة بها والتي تأخذ منه الاكسجين وتطلق فيه نواتج تنفسها او نواتج نشاطاتها الفسيولوجية. إن العلاقات الهوائية غير الملائمة يمكن أن تتدخل في دخول وخروج الغازات وبالتالي تسبب أضراراً فسيولوجية (أمراض غير طفيلية).

علاقة النبات بالتهوية:

إن كل جزء حي من أجزاء النبات يكون مرتبطاً إلى حد ما بالبيئة النامي فيها ومع بقية أجزاء النبات الأخرى وخاصة فيما يتعلق بحصوله على الاكسجين في عملية التنفس. إن عملية التنفس هي عملية كيماوية معقدة تأخذ مجراها في الخلايا الحية حيث أن النباتات تأخذ

الاكسجين وينطلق ثاني اكسيد الكربون. يأخذ النبات الاكسجين خلال الأجزاء الخضرية الهوائية من الجو مباشرة وينتشر خلال وبين الخلايا عن طريق المسافات البينية. أما المجموع الجذري في النبات فانه يتحصل على الاكسجين من هواء التربة الموجود بين حبيبات التربة ولاتستطيع الجذور أن تأخذ الاكسجين من الهواء الموجود فوق سطح التربة مباشرة.

عند زراعة البذور في التربة، يحدث فيها نشاطات فسيولوجية كثيرة وتزداد عملية التنفس ويزداد إمتصاص الماء عندما تكون درجات الحرارة مناسبة وتستمر عملية التنفس بنشاط خلال فترة حياة النبات. أما في النباتات الساكنة أو التركيبات النباتية الساكنة مثل الدرنات، الريزومات أو الثمار اللحمية تكون فيها العمليات الحيوية منخفضة إلى أقل درجة ممكنة وكما هو معروف فان عملية التنفس لاتقف حتى يموت النبات. إن أية تدخل ملحوظ في عملية التنفس سوف يؤدي إلى خفض كفاءة النبات وبالتالي يؤدي إلى أن يصبح النبات السليم مريضاً وأخيراً يموت.

إن تنفس الأجزاء الخضرية (الهوائية) في النبات باستثناء حالات نادرة (حالات التجارب) يكون عادياً وسليماً ومن غير المعقول أن يكون هناك نقصاً في الاكسجين أو أن الجو خالٍ منه، وبالتالي لايوجد اضراراً تتسبب عن قلة الاكسجين الجوي على النبات، ولكن أحياناً يحدث ترسبات كثيفة من الغبار أو أجزاء خاملة مثل غبار مصانع الاسمنت يمكن أن تغطي الأجزاء الهوائية من النبات ويمكن أن تعطل او تخنق الثغور في الاوراق وبالتالي تسبب اضراراً واضحة على النبات عن طريق تداخلها في عملية التبادل الغازي بين النبات والجو المحيط به. كذلك فإن بعض التركيبات الساكنة مثل الدرنات أو الأبصال او الاعضاء الواهنة مثل الثمار عندما تنتقل من بيئتها الطبيعية وتوضع في صناديق او اماكن مزدحمة او في مستودعات التفريغ فعندئذٍ يمكن أن تعاني هذه الأجزاء من اضرار سوء التهوية، وبالتالي يمكن أن يكون الاكسجين المتوفر غير كاف لهذه الكمية من النباتات او الاعضاء النباتية او أن ركود الهواء يمكن أن يؤثر على حركة وخروج النواتج المتطايرة والناتجة من نشاط البروتوبلازم.

يميل تركيز الاكسجين في الحالات الطبيعية إلى الانخفاض في الطبقات السفلية من التربة، وكلما زاد العمق في التربة كلما نقص الاكسجين، وبالتالي فانه يلاحظ أن النباتات النامية في تربة سيئة التهوية تكون جذور تلك النباتات سطحية وذلك لكي تستطيع أن تتحصل على احتياجاتها من الاكسجين من طبقة التربة القريبة من التهوية الجوية. إذا إنخفضت نسبة الاكسجين في التربة عن حد معين تموت جذور النبات، وإذا كانت كمية الجذور الميتة كثيرة فان هذا يؤثر على قمة الشجرة ويمكن أن تظهر الاعراض على منطقة التاج ومن المحتمل أن تموت الشجرة باكملها. وكما هو معروف فان الاراضي سيئة التهوية لايقتصر ضررها على قلة وجود الاكسجين او صعوبة وصوله إلى الجذور ولكن الاضرار تزيد بسبب صعوبة التخلص من CO_2 وإنطلاقه بعيداً.

كذلك فان نسبة الاكسجين تكون منخفضة في التربة ذات نسبة الرطوبة العالية حيث أنه كلما زادت نسبة الرطوبة في التربة كلما قلت نسبة الاكسجين (احياناً تؤثر درجة الحرارة العالية للتربة). إن نقص الاكسجين في هذه الحالة يمكن أن يسبب جفاف الجذور لكثير من النباتات النامية في تربة مغمورة بالماء. ولقد تبين أن ارتفاع نسبة رطوبة التربة عندما يكون مقروناً مع ارتفاع حرارة التربة يؤدي إلى انهيار جذور نبات البرسيم الحجازي، ويختلف تأثير ذلك حسب طور النمو الذي تمر به النباتات بعد حشها (قص النباتات) حيث أن زيادة الرطوبة تقلل كمية الاكسجين المتوفرة للجذور، أما ارتفاع الحرارة وحش النباتات يؤدي إلى زيادة طلب النبات على الاكسجين وبالتالي فان هذه العوامل تتجمع مع بعضها البعض وتؤدي إلى نقص الاكسجين الحاد اللازم للجذور وهذا يؤدي إلى إنهيارها وموتها.

يجب أن تتحصل الاجزاء النباتية الموجودة تحت سطح التربة على كمية كافية من الاكسجين من هواء التربة. إذا إنخفضت هذه الكمية او لم يتوفر الاكسجين المطلوب بسبب اي من الطرق السابقة التي تؤدي إلى سوء تهوية التربة فانه يحدث إختناق للجذور Asphyxiation، وهذه ظاهرة شائعة في الاراضي سيئة التهوية. هذا الاختناق يؤدي إلى اضطرابات ملحوظة في حياة النبات او أن هذه الاضطرابات تؤدي إلى موت النبات. لاتستطيع معظم المحاصيل النباتية المزروعة أن تتحصل على اكسجين كاف من الماء وبالتالي فان إغراق

التربة بالماء لايكون إيجابياً من حيث تزويد النباتات بالاكسجين الكافي. هذا يمكن توضيحه من الاضرار الشديدة التي تظهر على النباتات المزروعة في الاراضي الغدقة او سيئة الصرف او الأراضي المغمورة بالماء.

إن التركيب الفيزيائى للتربة يمكن أن يكون له تأثير على توفر الاكسجين في الترة وهذا يعني أن الاكسجين يمكن أن يستهلك بسرعة اكثر من الحصول عليه. او أن الاكسجين يكون متوفراً في التربة ولكنه لايصل بالكمية والوقت المناسبين للجنور كما هو واضحاً في الاراضي الثقيلة والمضغوطة. فمثلاً الاراضي التي يغطي سطحها طبقة صلبة وجافة مثل اماكن سير العربات او القريبة من المباني والطرق المرصوفة فان النباتات تفشل في الانبات وتكون ضعيفة وتنمو بصعوبة. أما الأشجار فيحدث فيها موت قمم او لفحات كل ذلك بسبب احتياج الجذور إلى الاكسجين.

اضرار سوء تهوية التربة

لكي تنمو النباتات في الاراضي العادية يجب أن تحصل على الاكسجين لانطلاق الطاقة المطلوبة لكي تستمر جميع العمليات الحيوية في النبات. عندما تمتلىء الفراغات الموجودة بين حبيبات التربة بالماء فإن جذور النباتات تختنق. إن التأثيرات الفورية للاختناق هو تثبيط النمو. لقد تبين أن نمو النباتات في الاراضي المغمورة بالماء كان نصف نمو النباتات النامية في تربة جيدة التهوية. يمكن أن تبقي النباتات حية في حالة نقص الاكسجين عندما يتوفر ٠٫٥٪ أكسجين في التربة ولكن الجذور تحتاج ٢ – ٨٪ أكسجين لكي تكون في درجة النمو المثلى. تحت هذه المستويات من الاكسجين (٠٫٥٪) تصبح الأوراق شاحبة، يتوقف النمو لا تتكشف جذور جديدة، يحدث موت قمم في الفروع ويكون الموت أكيداً. إن هذا التدهور والموت يمكن أن يأخذ مجراه خلال بضع أيام في بعض النباتات او شهوراً او سنوات في نباتات أخرى.

بالاضافة إلى أن غمر الملء يقلل كمية الاكسجين فانه كذلك يقلل النتح بنسبة ٩٠٪ ويحدد كمية الماء الممتصة والتمثيل الضوئي. إن أعراض وقف النمو الناتجة عن الاختناق والموت للجذور تذكر دائماً في حالة مرض عفن الجذور.

هناك أسباب عديدة تؤدي إلى زيادة الماء في التربة مثل سوء الصرف في الاراضي الثقيلة، ارتفاع مستوى الماء الأرضي، الامطار الغزيرة، بناء سدود في المنطقة تحجز الماء، الري الغزير وإذا لم يحدث صرف جيد للتربة فان التربة تبقى مغمورة بالماء والاكسجين فيها منخفض وكمية الاضرار تختلف حسب نوع النبات.

إن إنخفاض اكسجين التربة يكون أكثر ضرراً للنبات عندما تكون درجة حرارة التربة او الجو المحيط بها عالية. وجد أن نباتات عباد الشمس النامية تحت مستويات منخفضة من الاكسجين تصبح ضعيفة متقزمة النمو على درجة حرارة ١٣ - ٢٤ْم، تموت النباتات إذا تعرضت لدرجة حرارة ٣٤ْم. إن النباتات تحتاج إلى اكسجين أقل على درجات الحرارة المنخفضة وبالتالي فهي تتحمل قلة الاكسجين في درجات الحرارة المنخفضة. اما في درجات الحرارة العالية فان التنفس يزداد ويزداد الطلب على الاكسجين.

إن أشجار اللوزيات والتفاحيات والعنب، كثيراً من نباتات الزينة والأنواع الخشبية كلها حساسة لنقص التهوية في التربة. إن أسبوعاً واحداً من غمر الماء للتربة يكفي لقتل كثير من أشجار المشمش. إذا إرتفع مستوى الماء الأرضي إلى ثلاثة أقدام، فان أشجار الخوخ واللوزيات الأخرى يظهر عليها التصمغ، موت قمم الفروع، تسقط الأوراق، تتعفن الجذور وأخيراً تموت. لذلك يلاحظ التشقق والتصمغ وإنفجار القلف على أشجار الكرز، الكرز الحلو والخوخ النامية في أراضي سيئة الصرف. اذا استطاعت الأشجار المتضررة أن تبقى حية لمدة عشر سنوات او أثنى عشر سنة فان التشققات تشفى وتعطي الشجرة إثمار جيد وعادي إذا لم تهاجمها الطفيليات الأخرى. دائماً تتساقط ثمار الأشجار ويرافقها شحوب المجموع الخضري في الظروف سيئة الصرف.

يظهر على أشجار الحمضيات شحوب وموت قمم نظراً لسوء التهوية الأرضية. تتوقف استطالة الجذور الوتدية والجانبية عندما ينخفض مستوى الاكسجين إلى أقل من ١ - ٢٪. بعض الأضرار كانت واضحة عندما كانت نسبة الاكسجين ٥ - ٨٪. إن نباتات الافوجادو حساسة لنقص الهواء في التربة.

يجب أن يلاحظ أن فطريات التربة تكون دائماً نشيطة في اوضاع ضعف النباتات من قلة الاكسجين. وفيما يلي بعض الأمراض المتسببة عن قلة اكسجين التربة.

أمراض سوء تهوية التربة

١ - المـــوت
The Death

إن هذا المرض أزعج كثيراً من المزارعين في بريطانيا سنة ١٩٣٧. تظهر الأعراض بحيث تبقى أوراق الأشجار المثمرة صغيرة، تدريجياً تنوي ويبهت لونها وتصبح صفراء وتذبل. تكون نموات الأفرع الجانبية قصيرة أو غير كاملة، تذبل هذه النموات وتنهار الفروع الجانبية بالتدريج وتموت. في النهاية تتحطم الشجرة وتموت. تشمل النباتات الحساسة لهذا المرض كل من التفاح، الكمثرى، البرقوق، الكرز، عنب الثعلب والعنبية.

إن لدرجة الحرارة السائدة أثناء غمر التربة بالماء وفقد التهوية أثر كبير في حدوث المرض او تحمله. فقد وجد أن التفاح صنف ماكنتوش يمكن أن يبقى في تربة مغمورة بالماء من أواخر الخريف إلى أواخر الربيع بدون حدوث اضرار، ولكن إذا بقيت الأشجار في الماء بعد أن تعرضت لدرجات حرارة عالية، يظهر عليها أعراض كبيرة منظورة. إذا حدث غمر للتربة بعد أن تكون الأوراق قد خرجت من البرعم ولكن لاتزال درجات الحرارة منخفضة فمن المحتمل أن يبقى المجموع الخضري عادياً لمدة لاتقل عن شهر ولكن حال حدوث يوم واحد ذو درجة حرارة عالية فإن الاضرار تظهر في بضع ساعات.

٢ - تشقق نبات الشوكران
Hemlock Canker

إن ظهور هذا المرض على الشوكران يسبب التباساً في معرفة مسببه، حيث أنه يشبه في أعراضه أعراض الاصابة بالطفيليات. تظهر الأعراض على شكل إفرازات راتنجية صمغية من أسفل جذع النبات، يحدث تشققات تحت القلف، عادة ما يتفلق القلف فوق منطقة التشقق، يتلون الخشب ويظهر موت القمم في الفروع الصغيرة، وبالتدريج يحصل تطويق للشجرة لمدة بضع سنوات ثم تموت. يظهر المرض عندما تكون نباتات الشوكران نامية في تربة ثقيلة سيئة الصرف وفي المناطق ذات مستوى الماء الأرضي العالي او في مناطق متكررة الغمر. مثل هذه الاراضي تكون مغايرة تماماً للأراضي جيدة الصرف الطميية والتي ينمو فيها الشوكران بصفة جيدة.

٣ - عفن الرقبة
Collar rot

يظهر هذا المرض على شكل بقع بنية سوداء على ساق النبات بالقرب من سطح التربة وهو يشبه الاصابة بالأمراض الطفيلية، إلا أن مسبب هذا المرض هو إنخفاض نسبة كمية الاكسجين المتوفرة لجذور النبات نتيجة لغمر الارض بالماء لمدة طويلة بحيث تبقى المياه ملاصقة لساق الشجرة مدة طويلة.

الاضرار الناشئة من تسرب الغاز الطبيعي في التربة:
Injury From Illumination Gas in The Soil

إن النباتات العشبية او الخشبية النامية على جوانب الشوارع، الملاعب او الصوبات الزجاجية، يمكن أن تتضرر إذا ماتصادف إنطلاق غاز طبيعي من اي من المواسير التي تحت سطح التربة بالقرب من جذور النبات. تحدث اكثر الأضرار لأشجار الظل التي في جوانب الشوارع او المروج الخضراء.

إن الأضرار التي تحدث للأشجار عن إنطلاق الغاز في التربة من عيوب وصلات الانابيب او من انكسار المواسير يسبب مشكلة من ناحية الاضرار التي تحدث للنباتات وكذلك بسبب خسارة الغاز المنطلق. يمكن أن تتأثر النباتات التي تبعد عدة أمتار عن مكان تسرب الغاز ويحتاج النبات إلى مدة ليست طويلة لكي تظهر عليه أعراض الأضرار الناتجة من الغاز. تبدأ الاضرار بحدوث تسمم بطيء للنباتات البعيدة اما النباتات القريبة فيحدث عليها تسمم بسرعة.

بدأت دراسة الاضرار الناتجة عن الغاز المتسرب في التربة من سنة ١٩١٣ – ١٩١٨ من قبل عديد من العلماء الألمان.

تختلف الاضرار التي يحدثها الغاز المتسرب في التربة وذلك باختلاف عمر النبات، طور النمو، النوع، الصنف، مدة بقاء وتركيز الغاز المتسرب. أهم الاضرار التي يحدثها الغاز المتسرب في التربة بالقرب من جذور النبات يمكن تلخيصها في الآتي:

١ – تثبيط إنبات البذور.

٢ – ظهور إنحناءات وإنتفاخات على الجذيرات الحديثة وهذا يسبب ظاهرة hypertrophy في خلايا القشرة او يسبب hyperplase في الخلايا (زيادة إنقسام الخلايا).

٣ – تكوين نسيج تكاثري في قشرة الأشجار ذات السيقان الخشبية وذلك تحت سطح التربة.

٤ – إختفاء النشا من خلايا القشرة.

٥ – توقف النمو.

٦ – ذبول وموت النباتات العشبية.

٧ – تلتف الاوراق وتتدلى إلى أسفل او تلتف وترتفع إلى أعلى (يكون الالتفاف باتجاه العرق الرئيسي). إلا أن هذه الظاهرة اكثر وضوحاً حين ينتشر الغاز في الهواء الجوي اكثر منها عند إنتشار الغاز في هواء التربة.

٨ – تموت الأشجار او الشجيرات بعد أن تتساقط او تموت الأوراق.

٩ – يظهر في خشب الأشجار التى ماتت جذورها لون أزرق وهذه الظاهرة غير مشخصة لأنها يمكن أن تكون راجعة لعوامل أخرى. اما ظاهرة تكوين أنسجة وتبرعمات في أنسجة الجذور، فهذه صفة ممتازة لتشخيص أضرار تسرب الغاز في التربة.

١٠– يظهر على الجذور ظاهرة hypertrophies عندما لايظهر على المجموع الخضري أية اضرار. لذلك فإن فحص وإختبار الجذور ضرورياً بالنسبة للأشجار التي تكون قد ماتت قبل أن يظهر عليها أعراض على المجموع الخضري، حيث تكون قشرة الجذور الحديثة المتأثرة بالغاز ٣ – ٤ أضعاف سمكها في الجذور السليمة. في احدي التجارب وجد أن تعريض جذور الشجرة إلى تركيز عال من الغاز وفجأة ومباشرة يؤدي إلى موت الشجرة دون حدوث ظاهرة الـ hypertrophies في الجذور، إلا أن هذه الظاهرة تحدث في جذور الأشجار التي يصلها تركيز منخفض من الغاز.

يجب أن يلاحظ أن معظم الأضرار التي ذكرت سابقاً والناتجة عن تسرب الغاز في التربة تشابه كثيراً اعراض الأضرار المتسببة عن عوامل أخرى مثل التجمد للجنور، عفن الرقبة والاختناق.

اما من الناحية التشريحية فان الأشجار المقتولة بالغاز يظهر عليها تلون وتحلل الكامبيوم، اللحاء والقشرة خاصة في منطقة قاعدة الجذع. تتقدم المنطقة الميتة إلى أعلى حتى تشمل جميع الشجرة. كذلك يصبح الخشب ذو لون أغمق وتزداد قابليته للكسر وسرعة التلف. كما وأن الأشجار المقتولة بالغاز سريعاً ما تغزوها الفطريات الرمية والتي تكمل تحطيم الشجرة.

يبدو أن موت الجنور يكون راجعاً إلى الاختناق الحقيقي نتيجة لاستبدال هواء التربة بالغاز او للتأثير السام لمكونات الغاز على الجنور، حيث أن الغاز يحتوي دائماً على مواد سامة للجنور مثل غاز الايثيلين الذي اذا أختبر تأثيره لوحده كان مثل تأثير الغاز على جنور النبات. كما وأن مادة حمض الهيدوسيانيك إن وجدت في الغاز فهي سامة جداً للنبات.

تبدي النباتات تفاعلات مختلفة من ناحية حساسيتها للغاز. فلقد وجد أن معظم الأشجار متساقطة الأوراق حساسة للغاز في التربة مثل حور كارولينا، الدردار، الدبق، القيقب، الكتلبة التفاح والكمثرى وغيرها. أما المخروطيات فهي اكثر مقاومة للغاز من الأشجار متساقطة الأوراق، يمكن لهذه الأشجار أن تسترد وضعها السليم بعد أن يتوقف تسرب الغاز إليها، في حين أن الأشجار متساقطة الاوراق لاتستعيد الحالة الصحية السليمة بعد توقف تسرب الغاز.

إن عملية تشخيص الاضرار الناتجة عن تسرب الغاز عملية صعبة وتتطلب خبرة طويلة ويجب أن يُعرف في البداية أن الأشجار حديثة السن يمكن أن تموت حتى لو تسرب إليها اي كمية مهما صغرت من الغاز بحيث لانستطيع أن ندركها بحاسة الشم. هذه الحالة يجب وضعها في عين الاعتبار عند تشخيص الاضرار الناتجة عن الغاز. لقد أجريت دراسات عديدة على رائحة الأنسجة التى تموت نتيجة تسرب الغاز في التربة فوجد أن هناك رائحة خاصة

يصعب تمييزها او وصفها ولكن لها صفة خاصة في الأنسجة الموجودة فوق سطح التربة في الأشجار التي ماتت لمدة شهر على الأقل.

يمكن استعمال إختبار شحوب بادرات بسلة الزهور بكفاءة عالية وبوضوح للدلالة على تسرب الغاز في التربة عندما تكون كمية الغاز ليست كثيرة بحيث يمكن أن تدرك بحاسة الشم. يمكن أن تنمو البادرات في أطباق بتري، لارتفاع عدة سنتيمترات ثم بعد ذلك توضع تحت صفائح مقلوبة على التربة التى يتوقع أن يكون قد تسرب فيها غاز. إذا كانت كمية الغاز كبيرة جداً فان النبات يتوقف عن النمو، بينما الكميات القليلة منه تؤدي إلى تدلي الاوراق وانعكاس البادرة بحيث تنمو في وضع أفقي أو إلى أسفل او مستوي، لقد ذكر أن هذا الاختبار يفوق عدة مرات إختبارات المواد الكيماوية الأخرى.

بعد كل ذلك نستطيع أن نقول إن منع تسرب الغاز في التربة هو الطريقة الوحيدة للوقاية من شر تسربه، وإذا حدث وأن تسرب في التربة يجب وقف مصدر الغاز وتهوية التربة جيداً وعدم زراعتها إلا بعد تمام خلوها من آثار الغاز.



الفصل الثالث

إضطرابات التغذية النباتية

Plant Nutritional Disorders

عندما يكون نمو النبات ضعيفاً وانتاجه ليس بالكمية المتوقعة، فان واحداً او أكثر من الكائنات المرضة العديدة يمكن أن يكون مسئولاً عن ذلك، ولكن نقص التغذية هو المسئول الأول والعامل الاساسي في هذا الضعف. يحتاج النبات إلى كميات وافرة ولكن ليست كثيرة من المواد الغذائية. يحتاج النبات إلى كميات معينة من ستة عشر عنصراً مختلفاً على الأقل من المواد الكيماوية لكي يصل إلى النمو الطبيعي الأمثل. إن المواد الغذائية تشكل التركيب الكيماوي للنبات مثل الاحماض النووية، توجيه العمليات الحيوية في النبات والانزيمات ومساعدات الانزيم، نشاط البناء والهدم والكربوهيدرات. تزود النبات بالطاقة وتخزنها وتنظم الضغط الأسموزي ليكون هناك توازناً بين الأيونات الممتصة من محلول التربة.

إن معظم العناصر يتزويد بها النبات من التربة ولكن الهيدروجين الداخل في تكوين كل مركب عضوي نباتي يتزود به النبات عن طريق الماء، أما الاكسجين والكربون اللذان يشكلان أكثر من نصف المادة الجافة في النبات يتحصل عليها النبات من الهواء الجوي.

يتحد الاكسجين في عدة اكاسيد بالاضافة إلى بروتين النبات، الاحماض الدهنية، الكربوهيدرات ومركبات نباتية أخرى. إن الاكسجين متوفر في الجو ونادراً مايحدث له نقصاً إلا في ظروف ضيقة وتحت اوضاع معينة. أما الكربون فهو اللبنة الأساسية لجميع الجزيئات العضوية وهو العمود الفقري في الخلية ويحتاجه النبات بكميات كبيرة ويتزود النبات بالكربون عن طريق ثاني اكسيد الكربون من الجو.

إن الكربون، الاكسجين والماء تشكل حوالي ٩٥٪ من الوزن الكلي للنبات. أما الكمية الباقية ٥٪ فهي تتكون من العناصر الكبرى مثل النيتروجين، الفسفور، البوتاس، الكبريت، مغنيسيوم والكالسيوم. أما العناصر النادرة وهي التي يحتاجها النبات بكميات قليلة جداً تشمل الحديد، المنغنيز، البورون، الزنك، النحاس، المولبيديوم والكلوريد ويتحصل عليها النبات

من التربة. كذلك فان النبات يلتقط كميات ضئيلة من أى عنصر آخر موجود في التربة سواء كان نافعاً ام لا. إن بعض المعادن تكون نافعة وتكون احياناً اساسية لبعض أنواع النباتات وليست هي كذلك لأنواع نباتية أخرى. فمثلاً الصوديوم تحتاجه الطحالب البحرية وهو كذلك يحسن نمو كثر من النباتات التي موطنها الأراضي الملحية، ولكنه ليس اساسياً لأنواع أخرى. بعض العناصر تشجع نمو النبات ولكن نظراً لأن النبات يستمر حياً في غياب هذا العنصر فعندها يعتبر عنصر غير اساسي.

تقسم العناصر الأساسية عادة إلى مجموعتين: العناصر الكبرى وهي التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة والعناصر الصغرى وهي التي يحتاجها النبات بكميات قليلة جداً. إن القيمة الحيوية لكلتا المجموعتين متساوية ويحتاجهما النبات لتكشفه الطبيعي. تدخل العناصر الكبرى في تركيب أجزاء النبات. إن الكمية الكبرى من الكربون، الهيدروجين، الاكسجين جميعاً مع الكالسيوم تشكل جدر الخلية وأغشيتها. النيتروجين، الفسفور والكبريت تشكل جزءاً من الأحماض الأمينية وتدخل في تشكيل البروتينات والبناء الاساسي للبروتوبلاست. يدخل المغنيسيوم في جزء من جزيء الكلوروفيل. أما عنصر البوتاسيوم فهو يساعد في بناء الكربوهيدرات.

تدخل العناصر النادرة كاجزاء في الانزيمات او مرافقات الأنزيم حيث تنظم تكشف النبات ولها ادوار وظيفية كبيرة. إن دور المجموعة الكيماوية الثالثة والتي تشجع النمو ولكنها ليست اساسية له ليست معلومة تماماً. بينما كل عنصر اساسي له دور او اكثر متخصص في تركيب او وظيفة في النبات، فان نشاطها متقارب تماماً. إن النقص في عنصر واحد لايلبث أن يؤثر على نشاط العناصر الأخرى. إن تداخل المغذيات المعدنية يتضح لنا عندما يحدث نقص بوتاسيوم، فسفور او كالسيوم والتي تسبب نقص الحديد. إن ارتفاع نسبة الفسفور كثيراً تبرز أعراض نقص الحديد والبوتاسيوم. وعلى العكس فان أعراض نقص البوتاسيوم تكون شديدة في النباتات التي تشكو من نقص الحديد اكثر منها في التي حصلت على كفايتها من الحديد. في مستويات الفسفور العادية فان شدة اعراض نقص الحديد تتحدد بشكل اساسي بكمية تزويد البوتاسيوم للنبات. كذلك فان مستوى الفسفور عندما يكون ٤٠ جزء في المليون والذي يكون ملائم طبيعياً وجد أنه يكون ساماً عندما يكون مستوى الكالسيوم منخفضاً ٨ جزء في المليون ولكن يكون مفيداً عندما يكون مستوى الكالسيوم مرتفعاً ٦٤ جزء في المليون.

هناك حالات وجد فيها أن أحد العناصر يمكن أن يحل محل آخر كما هو الحال في السترونشيم Strontium يمكن أن يحل جزئياً محل الكالسيوم، الرابيديوم Rubidium محل البوتاسيوم. وجد أن السترونشيم ذو فائدة فقط عندما تكون نسبة الكالسيوم منخفضة، عندما لايوجد كالسيوم ووجد السترانشيم فان نمو نبات الشعير كان حسناً بشكل واضح. هناك مثلاً آخر يوضح أن السيلينيم Sèlenium يمكن أن يحل محل الكبريت في بعض الاحماض الأمينية مثل سيلينومثيونين Selenomethionine او سيلينوستين Selenocystine.

إن تداخل الايونات المغذية يمكن أن يؤثر على إمتصاص العناصر من التربة وبالتالي فان الايونات المتماثلة كيماوياً يمكن أن تمتص أكثر نوعاً ما من العناصر الأساسية. واعتماداً على ذلك فان الارسينات يمكن أن تتداخل مع امتصاص الفسفات والسيلينات Selenat مع الكبريتات، البروميد Bromide مع الكلورايد Chloride، الرابيديوم مع البوتاسيوم.

إن تفاعل المغذيات المعدنية حيث يكون هناك نقصاً في احدى المعادن يمكن أن يسبب أعراض نقص مرئية لعنصر آخر مما يجعل التشخيص المرئي ليس صعباً وإنما غير مؤكد فقط. يكون تشخيص نقص العناصر معقداً كثيراً وذلك بسبب تشابه اعراض نقص العناصر مع الاعراض المتسببة عن زيادة بعض الكيماويات، الاصابات الفيروسية، تلوث الهواء وكائنات ممرضة أخرى.

عندما تكون طبيعة نقص العنصر الكيماوي مفهومة تماماً، فان التشخيص يكون ممكناً ليس فحسب وإنما يكون مرجحاً وصائباً. إن أعراض نقص العناصر المعدنية كثيراً ما تكون مميزة لكل عنصر لوحده ويمكن أن تكون مفصلة على كل نوع نباتي ويتحدد اسم المرض المتسبب عن نقص كل عنصر.

إن التشخيص المبكر حيوي للحصول على اكبر إنتاج نباتي. إذا كان هناك احتمال نقص تغذية ولم تظهر أعراض مرئية فان الطرق الكيماوية للتشخيص يمكن استعمالها للحصول على نتائج فورية. هناك عدة طرق يمكن استعمالها لتحليل مغذيات النبات. يمكن تحليل النسيج كيماوياً لمعرفة تركيبه المعدني، يمكن إختبار البقع، حيث يؤخذ أجزاءاً من نسيج الورقة او من عنق الورقة ويجرى له عملية طحن وهرس في نقطة ماء او كاشف مناسب ويلاحظ تغير اللون.

إن كثافة اللون تكون متناسبة مع كمية المادة الكيماوية الاساسية المنشودة. هناك إختبار آخر يتكون من رش النبات بالعنصر موضوع السؤال وتلاحظ إستجابة النبات.

تنشأ أعراض نقص العناصر عندما يصبح تزويد النبات بالعنصر محدداً لاستمرار نشاط التفاعلات الكيماوية او تصبح غير كافية (العناصر الغذائية) لاستمرار تكشف جدار الخلية او البروتوبلاست. عندما تكون الظروف الأخرى مثل الحرارة او الرطوبة غير محددة فان حالة المغنيات الكيماوية تصبح حرجة عندما يصبح النقص حاداً، فان النمو والانتاج يتحددان، ليس هذا فقط وانما تظهر امراضاً مميزة ذات اعراض واضحة مثل توقف النمو، الشحوب، الموت والتحلل، تشوه الساق والثمار، الموت الرجعي ثم الموت الكلي للنبات.

إن الأسباب التي توضح لماذا تحتاج النباتات عناصر معينة، من أين تحصل عليها، ماهي الكمية التي تحتاجها وماذا يحدث عندما تنقص هذه العناصر كل ذلك مشروحاً بالتفصيل في موضوع نقص العناصر.

استعمالات العناصر الاساسية:

إن أهم العناصر في حياة النبات هي الكربون، الهيدروجين والاكسجين وذلك لأنها تتحد مع بعضها البعض وتكون المواد الكربوهيدراتية والتي هي اساس التغذية في معظم الكائنات الحية بالاضافة إلى نباتات المحاصيل. هناك عناصر أخرى بالاضافة إلى العناصر الثلاثة السابقة ضرورية وهامة بالنسبة للنبات هذه العناصر هي النيتروجين، الكبريت والفسفور فهي تدخل في تركيب البروتينات والبروتينات النووية والتي تصنع بواسطة النباتات الخضراء ويستعملها الإنسان في التغذية. أما البوتاسيوم فهو اساي للنمو السليم ويلعب دوراً هاماً في بناء الكربوهيدرات. أما الكالسيوم فانه ضروري للتكشف الطبيعي للورقة ويوجد على شكل بكتات الكالسيوم في الصفيحة المتوسطة في الخلايا والتي تلصق الخلايا بعضها ببعض ويمكن أن تقوم بدور الوقاية للنبات عن طريق إتحادها مع حمض الاكساليك لتشكل بللورات أكسالات الكالسيوم والتي هي غير ذائبة ويمكن أن تمنع التأثيرات الضارة من تراكم حمض الاكساليك. أما المغنسيوم فهو إن لم يكن مكون فعلي لجزيئات الخلية فانه على الأقل يرافق

بعض البروتينات ويكون موجوداً في مكونات الكلوروفيل. كذلك فإن عنصر الحديد عند وجوده بكميات قليلة يكون اساسياً للنباتات الخضراء لان نقصه يمنع تكوين الكلوروفيل. إن حرمان النباتات من الحديد يجعل تكشف المجموع الخضري فيها ذو لون باهت او شاحب. من هذا يتبين أن بعض العناصر الأساسية تقوم بدور اساسي في نمو النباتات بطريقة أو بأخرى فمثلاً يبدو أن الكبريت له دور منشط لبعض المحاصيل في عمليات التكاثر والنمو، بينما الكالسيوم يبدو أن له دوراً في المساعدة على بقاء التربة ذات تفاعل مناسب.

العناصر المحتمل نقصها في التربة

Elements Likely To Be Deficient

إن الكربون، الهيدروجين والاكسجين تكون بشكل عام متوفرة للنبات النامي، بكميات كافية تسد جميع متطلباته. في بعض الحالات يبدو أن نقص الاكسجين يسبب إختناق الجذور او في بعض الحالات فان نقص الاكسجين في المخزن يلعب دوراً كبيراً في احداث اضطرابات في المنتجات النباتية في المخزن. إن نقص الماء يسبب عادة اضراراً للنبات (كما سبق في الفصل الأول) وذلك بسبب تداخل الماء في العمليات الفسيولوجية الكثيرة في الخلية وليس بسبب حرمان النبات من الهيدروجين الذي يتزود به النبات عن طريق الماء. يحدث النقص الاساسي للعناصر المعدنية في تلك العناصر التي يتزود بها النبات عن طريق التربة (مكونات التربة). إن العناصر التي من المحتمل أن يعاني النبات من نقصها في بعض الاراضي والتي تحد من نمو النبات او التي تؤدي إلى أوضاع غير طبيعية أو ظروف مرضية هي: النيتروجين، الفسفور، البوتاسيوم وفي ظروف معينة، المنغنيز، الكبريت، المغنيسيوم، الكالسيوم، الحديد واحيانا البورون. إن غياب أي عنصر او وجود نسبة غير مناسبة او على شكل غير قابل للامتصاص يؤدي إلى نفس نتائج نقصه في التربة. إن نقص عنصر أساسي مفرد او عنصران او اكثر في تربة الحقل او في الصوبا الزجاجية، يؤدي إلى اوضاع مرضية او إلى وقف وتعويق نمو النبات او تكوين الثمار.

حموضة التربة غير الملائمة للتغذية Soil- Acidity Malnutrition

إن تفاعل التربة له تأثير مميز ومعروف وذو أهمية كبيرة على تغذية النبات. أن التفاعلين المميزين للتربة هما، قلوية او حموضة التربة. إن اضرار القلوية محصورة بشكل كبير في المناطق الجافة او نصف الجافة حيث تكون الظروف ملائمة لتركيز الاملاح الذائبة. أما حموضة التربة فهي منتشرة بشكل اساسي في المناطق غزيرة الامطار. إن حموضة التربة هى وصف للتربة تدل على ظروف يمكن بشكل عام تصحيحها عن طريق إضافة الجير ويمكن أن تصبح التربة ذات تفاعل متعادل او قلوي.

من المعروف جيداً أن حموضة التربة لها تأثير واضح على صفات وتوزيع النمو الطبيعى للنبات بالاضافة إلى أنها تسبب نقصاً في التغذية في بعض النباتات المزروعة في التربة الحامضية غير الملائمة لنموها. هناك بعض النباتات تتطلب تربة حامضية حتى تصل إلى أفضل نمو وتكشف، البعض الآخر يكون متحملاً للحموضة بشكل واضح، يعني أنها تنمو نمواً جيداً في التربة الحامضية بينما نباتات أخرى غير قادرة على أن تكيف نفسها للظروف الحامضية وإذا زرعت في مثل هذه الظروف فاما أن يحدث لها نمو سقيم او تموت النباتات.

منشا الحموضة في التربة The Origin of Acidity of Soils

يمكن أن تحصل الحموضة في التربة بعدة طرق مختلفة منها:

١ – عن طريقة اضافة السماد البلدي او السماد المستخلص من شبكة المجاري، او عن نواتج ترسبات الاحتراق او عن طريق إمتصاص الأدخنة الغازية.

٢ – عن طريق الاستعمال المستمر للأسمدة المعدنية الحمضية مثل املاح الفسفات، الكبريت او املاح الكبريت التي يمكن أن تتاكسد لتشكل حمض.

٣ – عن طريق التفاعل بين مركبات التربة الطبيعية تحت ظروف مختلفة.

٤ – عن طريق تكوين أحماض عضوية او دبالية وذلك بعد تحلل البقايا النباتية.

٥ – عن طريق التخلص من مسببات القلوية مثل الجير او القواعد المعادلة بواسطة الامطار الغزيرة او نمو بعض أنواع النباتات. لقد وجد أن هناك بعض الأراضي تعطي تفاعلاً حمضياً مع أنها لاتحتوي أحماض حرة او غرويات دبالية.

أنواع حموضة التربة Kinds of Soil Acidity

هناك أربعة أنواع مميزة من الحموضة:-

١ – الحموضة النشيطة Active acidity. تتميز الحموضة النشيطة في التربة بأنها تجعل الاراضي غير قابلة للزراعة وتكون فقيرة بالاملاح المعدنية. وهذا يكون راجعاً بسبب حمض الكبريت H_2SO_4.

٢ – حموضة إختيارية الامتصاص بواسطة المركبات الدبالية Selective obsorption by humic Compounds تتميز هذه الاراضي بكثرة إحتوائها على المركبات الدبالية وتسمى اراضي دبالية humus Soils ويمكن أن تُكون أحماض حرة عن طريق معاملتها بمحاليل ملحية متعادلة.

٣ – حموضة قابلة للتبادل Exchangeable acidity إن هذا النوع من الحموضة شائع في جميع الأراضي الفقيرة بالجير ويمكن إستخلاصها بمحاليل املاح متعادلة. هذه الاراضي تظهر تفاعل حمضي بسبب تبادل الايونات ثلاثية التكافؤ مثل الالومنيوم او الحديد لكاتيونات الاملاح المتعادلة. لايظهر المستخلص المائي حمضى عند المعايرة.

٤ – حموضة مميهة hydrolytic acidity يمكن أن تظهر هذه الحالة في أي من الاراضي التي تظهر حموضة الأنواع الثلاثة السابقة او تظهر بمفردها في بعض الاراضي الفقيرة بالجير والغنية بالدبال. في هذا النوع من الحموضة فان التربة يكون عندها القدرة لتمتص جزءاً من القواعد كنتيجة لتميه الاملاح وبالتالى تحرر كمية مكافئة من الحمض. إن الاملاح المتميهة هي تلك التي تكون بقاعدة قوية وجذر حمضي ضعيف وتبدي إنفصال في المحاليل المائية.

التأثيرات الضارة المتسببة عن التربة الحمضية

Injurious Effects of Soil Acidity

إن الاستجابة الحقيقية للنباتات الحساسة للحموضة تختلف حسب نوع النبات وحسب نوع حموضة التربة، وبشكل عام فإن التأثيرات الرئيسية على النباتات تكون متشابهة. إذا كانت حموضة التربة متوسطة فإن اولى الاضرار هي وقف النمو وتقل كثافة اللون الأخضر عنه في النباتات العادية او يصبح اللون قاتماً، وإذا استمرت الظروف غير ملائمة تصبح الاعراض واضحة كثيراً. يمكن أن يصبح لون المجموع الخضري مبرقشاً وتظهر مناطق خضراء باهتة بين العروق او يصبح الشحوب عاماً ومنتشراً، مثل هذه النباتات المصابة يمكن أن تصبح ضعيفة وتموت قبل تمام نموها، وإذا حدث هطول أمطار غزيرة بحيث تقلل من الحموضة فإن نمو المجموع الخضري يسترد وضعه الطبيعي في نهاية الموسم. أما جذور النباتات المصابة فانها تكون ضعيفة التكشف ويمكن أن تموت الجذور المغذية الحديثة الصغيرة بإستمرار. ومن الأمور المؤكد حدوثها في الاراضي الحامضية أن بعض كائنات التربة الدقيقة المرضة تناسبها هذه الظروف الحامضية وتسبب امراض طفيلية شديدة الإنتشار في التربة، مثل فطر مرض الجذر الصولجاني في الكرنب.

يمكن القول بأن التأثيرات الضارة للأراضي الحمضية يرجع إلى سبب أو أكثر من الاسباب الآتية:

١ - عدم ملائمة تركيز أيونات الهيدروجين في التربة.

٢ - التأثيرات المباشرة للمعادن السامة مثل الالومنيوم أو المغنيسيوم والتي يبدو أنها تحدث في أفضل الظروف المناسبة لها عندما يكون تفاعل التربة او تركيز أيون الهيدروجين منحرفاً عن الوضع المتعادل.

٣ - تأثير بعض المغذيات الاساسية غير المتيسرة، او إنخفاض كميتها او استبعاد او إخماد التأثيرات المساعدة او الاضافية لهذه المغذيات، وبالتالي فان الامتصاص الطبيعي للنباتات لايأخذ مجراه جيداً. لقد تبين ان كلاً من محاصيل الحقل ومحاصيل الخضر يمكن أن يحدث لها اضراراً كبيرة إذا نمت تحت ظروف تربة عالية الحموضة.

لقد وجد في بعض الحالات أن الظروف غير الملائمة من الحموضة قد امكن احداثها عن طريق الاستعمال المستمر للاسمدة التي تزيد بالتدريج حموضة التربة حتى تصبح هذه الحموضة عاملاً محدداً لنمو بعض محاصيل الخضار في بعض الأراضي. فمثلاً وجد أن الأضرار التي تحدث لنبات القطن كنتيجة لزيادة حموضة التربة تكون تابعة لزيادة اضافة الكبريت للتربة. لقد تبين كذلك أن اضرار الحموضة تظهر أيضاً على محاصيل الحبوب المزروعة تحت ظروف حامضية في الحقل.

لقد عرف أن أيوب الهيدروجين سام جداً للنسيج المرستيمي في قمم الجذور. كذلك فان هناك بعض الأبحاث قد تركت بعض الشك في أن الأضرار الكثيرة الناشئة من الاراضي الحمضية يمكن أن تكون بسبب الالمونيوم الذي يتحول إلى شكل ذائب. إن زيادة أملاح الحديد أو المغنيسيوم يمكن أن تلعب دوراً في ذلك. إن نقص الكالسيوم في الاراضي الحامضية يمكن أن يحدث بطريقتين:

١ - عن طريق حرمان النبات من الكميات المطلوبة والضرورية من هذا المعدن.

٢ - عن طريق منع إمتصاص وتمثيل العناصر الضرورية الأخرى مثل البوتاسيوم.

كذلك فان الاراضي الحامضية كثيراً مايحدث فيها نقص النيتروجين او حتى الفسفور، وإن التأثير المعوق للتربة الحامضية على عمليات النترجة Nitrification يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار كضرر يتسبب عن حموضة التربة. يجب أن يكون واضحاً أيضاً أن حموضة التربة هي ظاهرة معقدة إلى حد ما، وأن الاضرار التي تسببها لاترجع إلى عامل واحد بمفرده.

الوقايــة:

يمكن اصلاح حموضة التربة عن طريق اضافة مركبات والتي سوف تؤسس القواعد الضرورية لكي تتحد مع الاحماض. عادة ما يختار الكالسيوم وذلك بسبب رخص ثمنه وفعاليته. أما البوتاسيوم فانه مرتفع الثمن. والمغنيسيوم يمكن أن يكون ضاراً احياناً. أما الجبس الزراعي إذا أضيف بكميات اكثر من طن واحد لكل أكار فانه نادراً ما يكون إقتصادياً ولكن اضافة ٢ طن يمكن أن تكون ذات فائدة. وجد في بعض الأحيان أنه من الأفضل إضافة

الحد الأدنى من الجبس والتي تؤدي إلى تأثير جيد في التربة واستعمال عمليات زراعية أخرى لبناء خصوبة جيدة ومستمرة في التربة.

اضرار القلوية Alkali Injury

عندما يفكر الإنسان في القلوية وعلاقتها بالنمو الطبيعي للنبات او علاقتها مع إنتاج المحاصيل، تتراءى أمامه صورة للاراضي القاحلة التي إما أن تكون خالية من الحياة النباتية او أنها تكون قادرة على تزويد غذائي ضئيل لاعطاء نمو غطاء نباتي ضعيف متقزم. هذه الصورة تمثل التأثير الحاد للقلوية والذي في حالات كثيرة يمكن أن يظهر تأثيره بنسبة بسيطة. من نظرة كيميائية بحته فإن كلمة قلوية (Alkali) تشير إلى مواد ذات تفاعل قاعدي، ولكن عندما توصف بها التربة او نمو بعض النباتات فانها تشير إلى التراكم الطبيعي للاملاح الذائبة بتركيزات تسبب الضرر للنبات. إن اكثر المواد شيوعاً والتي تشارك في القلوية (الاملاح التي تسبب قلوية التربة) يمكن أن تشجع نمو النبات عندما توجد في شكل محاليل مخففة. من هذا يتبين أن تركيز الملح هو المسئول عن القلوية اكثر من نوع او نوعية الملح والتي تكون مسئولة بشكل أولي عن التأثيرات الضارة للأراضي القلوية.

تركيب القلوية The composition of Alkali

إن الاراضي التي تعتبر قلوية يمكن أن تتضمن الكلوريدات Chlorides، الكبريتات، الكربونات، البايكربونات، الفوسفات والنترات للقواعد الشائعة مثل الصوديوم، الكالسيوم، البوتاسيوم، المغنيسيوم واحياناً الأمونيا. ولكن المكونات الحقيقية في منطقة محددة معينة تختلف من مكان لآخر وإنما الثلاثة أسس التي تبنى عليها القلوية هي:

١ – كلوريد الصوديوم او الاملاح العامة.

٢ – كبريتات الصودا Sulphate of Soda او ملح جلوبيرز Glaubers.

٣ – كربونات الصودا The Carbonate of Soda.

إن كلوريد وكبريتات الصوديوم والقواعد الأخرى يمكن أن تصبح مركزة على سطح التربة وتكون قشرة بيضاء (مائلة للون الأبيض) تميز مايسمى القلوية البيضاء (White alkali). إن هذه البقع القلوية تكون واضحة خاصة في الاراضي نصف الجافة وتصبح أكثر وضوحاً خلال الفترات الجافة. إن كربونات القواعد وخاصة كربونات الصودا تكون قادرة على إذابة المادة العضوية في التربة ويصبح المحلول وتراكمات السطح ذات لون داكن، ولهذا فان الأسم الخاص بها يسمي القلوية السوداء Black Alkali. إن القلوية البيضاء والسوداء كلتاهما ضارة للنموات النباتية، ولكن القلوية السوداء اكثر إتلافاً للنباتات كما هو متوقع من تأثيرها الطبيعي على دبال التربة.

اعراض وتأثيرات القلوية Symptoms and Effects of Alakli

إن تأثيرات القلوية تختلف حسب تركيز ونوع الأملاح الموجودة في التربة، وكذلك حسب مقاومة او تحمل النبات لاملاح القلوية. يبدو أنه من الحقيقي أن معظم نباتات المحاصيل ذات القيمة الاقتصادية العالية حساسة للقلوية إلى حد ما وبالتالي لاتنمو في الأراضي التي تنمو فيها النباتات المقاومة للقلوية الملحية وتكون نمو جيد.

إن أولى تأثيرات القلوية التي يمكن ملاحظتها هي وقف او منع إنبات البذور. أما في الأراضي شديدة القلوية فان البذور يمكن أن تبقى ساكنة نظراً لأن العمليات الفسيولوجية للانبات لاتستطيع أن تبدأ. إن مثل هذه البذور في حالات كثيرة لاتلبث أن تنمو عندما تنقل من الاراضي القلوية إلى ظروف من الرطوبة والحرارة التى تلائم الانبات. في مثل تلك الأراضي ذات القلوية العالية يمكن للبادرات أن تموت بعد أن تصل إلى طول عدة بوصات. أما في الاراضي الأقل قلوية فان نمو البادرات يمكن أن يتوقف إلى حد كبير جداً ويمكن أن تصبح النباتات الحديثة سقيمة ذات نمو اسطواني مميزة بالشحوب والموت المبكر دون أن تصل إلى انتاج ازهار وثمار. أما في الاراضي الأقل قلوية او النباتات الأكثر مقاومة، يمكن أن يتعوق نموها، اما الشحوب فيكون ظاهراً، ولكن المحصول يمكن أن يصل إلى طور النضج وتكوين الثمار، وقد يصاحب التقدم في النمو ظهور بعض حروق حواف المجموع الخضري كلما تقدم الموسم.

إن تأثيرات القلوية بشكل عام على النبات وعلى قدرته الانتاجية تكون مشابهة تماماً للأضرار التي يسببها الجفاف (الظمأ). يجب أن يفهم جيداً أن هناك كثيراً من العوامل البيئية بجانب القلوية يمكن أن تسبب شحوب المجموع الخضري، مثل زيادة الجير، نقص المغنيسيوم، إنخفاض درجة الحرارة ... إلخ. ولكن الدراسة المتأنية لاوضاع التربة وما يحيط بها من نباتات نامية سوف تعطي الدارس تشخيصاً واضحاً. كذلك يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار أن بعض النباتات يمكن أن تعاني من القلوية ولكن بدون ظهور أعراض منبهة او محذرة مثل الشحوب، ولكن العلامة الأولى الواضحة تكون عبارة عن ذبول المجموع الخضري. إن الصفات والاعتبارات السابقة الذكر يمكن تطبيقها في النباتات الحولية او العشبية بشكل خاص.

أما في أشجار الفاكهة أو الظل التي يمكن أن تزرع في الأراضي التي فيها نسبة املاح قلوية عالية ولكنها تنمو جيداً لمدة من الزمن حتى تصبح القلوية مركزة كثيراً على السطح، فتظهر الاعراض على الأشجار التي تكون قد كبرت وتوطدت، على شكل توقف النمو والشحوب إلى حد ما. في بعض الاحيان تظهر الاعراض على المجموع الخضري ويصبح أصفر ذهبي لامع. أما في بعض أنواع أشجار الفاكهة مثل التفاح والمشمش يمكن أن تكون الأشجار متقزمة والمجموع الخضري هزيلاً والنموات الفرعية قصيرة ذات اوراق قليلة وصغيرة. تبقى مثل هذه الأشجار حية لعدة سنوات في هذ الأوضاع الضعيفة او تزيد هذه الاعراض سوءاً كلما زاد تركيز القلوية ويمكن أن تموت. إن احتراق او لفحة الاوراق في القمة او في الحواف هو من الأمور الشائعة كعرض من اضرار القلوية ويمكن أن يتبع هذه الاعراض سقوط الاوراق قبل اكتمال نموها. إن التراكم التدريجي للأملاح على سطح التربة يمكن أن يسبب تآكل قلف الشجرة في منطقة التاج، وفي حالات القلوية الشديدة فان هذا التآكل يسبب تطويق للساق في منطقة التاج وهذا يؤدي إلى اعاقة الحركة النازلة للغذاء المصنع في الاوراق والمتجه إلى المجموع الجذري. في هذه الحالة تكون التأثيرات بشكل عام تشابه اعراض عفن الرقبة او عفن التاج المتسبب عن اضرار الشتاء وإن اجتماع الضررين (القلوية، الشتاء) يؤدي إلى تفاقم الاعراض وجعلها اكثر سوءاً. إن تأثير القلوية الذي يظهر على شكل تآكل في قلف الشجرة بالقرب من سطح التربة يكون اكثر وضوحاً في حالة القلوية السوداء ولكن بشكل عام تكون ذات أهمية قليلة عندما تزداد عملية التغذية للنباتات.

إن النباتات التي أصبحت مكيفة مع الظروف الملحية تكون قد خضعت لتحورات تركيبية واضحة، ولقد تبين أن هذه التغيرات في التركيب تكون مشابهة جداً لتلك التي تكيفت للتصحر (الجفاف) او حصل عليها بواسطة تربية نباتات مقاومة للجفاف حيث تكون هذه النباتات قليلة التنفس والنتح. بعض هذه التحورات التصحرية تكون في صغر حجم الاوراق، يأخذ النمو الشكل الاسطواني او الاشكال الشوكية، تتنفس عن طريق ثغور مغمورة تحت الطبقة العلوية للورقة، وجود شعيرات كثيفة مغطية الورقة، وجود افرازات راتنجية... الخ. أما التحورات الداخلية لهذه النباتات فتكون عبارة عن تكوين عدة طبقات من الخلايا البلاستيدية.

عندما تجبر نباتات المحاصيل على تحمل القلوية يحدث فيها بعض التحورات لكي تلائم الظروف البيئية التي تعيش فيها، فمثلاً القمح، الشوفان والشعير النامية في محاليل ملحية يتكشف عليها إزهار كثيف او تتغطى الاوراق بطبقة شمعية ويتكون طبقة سميكة من الكيوتكل وخلايا بشرة صغيرة. إذا استطاعت نباتات المحاصيل أن تحدث تحورات في تركيبها بسرعة كبيرة تحت تأثير القلوية فانها من الممكن أن تكون أكثر مقاومة.

كيف تسبب القلوية الاضرار للنبات:

تسبب القلوية اضراراً لنباتات المحاصيل بعدة طرق منها:

١ – خفض او منع إمتصاص المواد الغذائية من التربة.

٢ – خفض نسبة النتح التي يقوم بها النبات.

٣ – عن طريق التأثير السام المباشر على الخلايا الحية.

٤ – عن طريق التداخل في جهاز الكلوروفيل وعمليات البناء الضوئي.

٥ – عن طريق التأثير المباشر على الجذور واحداث تآكل فيها او في الساق عند منطقة تلامسها بالتركيزات العالية من المحاليل وخاصة كربونات الصوديوم، وعن طريق غير مباشر بتأثيرها على الصفات الفيزيائية للأراضي ونشاطاتها الحيوية.

لقد تبين أن البذور تفشل في الانبات في الاراضي عالية القلوية وذلك لانها لاتكون قادرة على أن تمتص الرطوبة الضرورية. يمكن القول بشكل عام أن امتصاص الماء بواسطة الجذور يبدأ ينقص عندما يزداد تركيز المحلول الملحي ويصل او يزيد عن $\frac{١}{٢}$ – ١٪، بينما عندما يرتفع التركيز ويصل ٣٪ فان امتصاص الماء بواسطة الجذور يتوقف حتى في الاراضي ذات الرطوبة العالية ويعاني النبات من الظمأ.

إن كمية الاملاح الكلية الموجودة في الاراضي القلوية تختلف من ٠،١ – ٣٪ من وزن التربة المأخوذة على عمق ٤ قدم، وبالتالي يجب أن نذكر أن تركيز ماء التربة يمكن أن يصل إلى مستوى لاتستطيع أن تمتص منه النباتات. إذا ما أصبحت عصارة الخلية من خلايا الجذور عالية التركيز او ذات ضغط أسموزي أعلى منه في ماء التربة، يحدث هناك إنتقال للماء من الخارج إلى داخل الخلايا ولكن عندما يصبح التركيز داخل وخارج الخلايا متساوي فان الامتصاص يبدأ في التوقف تدريجياً ويزداد الضغط الأسموزي خارج الخلية ومن ثم يُسحب الماء خارج الخلية وينكمش البروتوبلازم ويبتعد عن جدار الخلية. إن هذه البلزمة للخلية تكون النتيجة النهائية لتاثير القلوية العالية، وإن مثل هذه الخلايا المتبلزمة تموت مالم يعاد توازن الاسموزية حالاً. لايقتصر تاثير القلوية على إمتصاص الماء ولكنها تتدخل (خاصة الاملاح القلوية مثل الصوديوم) في امتصاص وتمثيل المواد الغذائية الضرورية.

لقد تبين بواسطة بعض الاختبارات أن الكميات القليلة من القلوية تحث على النتح ولكن عندما تتوفر هذه الاملاح بكميات كبيرة فانها تؤدي إلى إحداث تحورات في التركيب والنتح وبالتالي ينخفض النمو. تؤثر الاملاح القلوية على نمو المحاصيل بشكل غير مباشر وذلك عن طريق احداث تحورات في الصفات الفيزيائية للتربة. إن أولى التاثيرات التي يجب ذكرها هي جعل التربة موحلة او جعل حبيبات التربة غير ملساء مؤدية إلى حدوث تماسك بين الحبيبات والتي تمنع ارتفاع الماء بسرعة ويتكون طبقة قشرية صلبة تتشكل على سطح التربة وهذا يؤثر ميكانيكياً على نمو النبات.

يتكون تحت سطح كثير من الاراضي في المناطق الجافة خاصة في المناطق شديدة القلوية طبقة صلبة والتي تعوق إختراق الجذور والماء. لايتكون دائماً طبقة طينية بواسطة

القلوية ولكن هناك إحتمالاً اكبر لأن تتكون هذه الطبقة في وجود القلوية. أما تأثير القلوية على التركيب الفيزيائي للترة فانه يؤدي إلى جعلها غير منتجة وتُظهر تأثير سام بسبب المحاليل الملحية كما ذكر سابقاً.

المقاومة للقلوية Resistance to Alkali

هناك إختلافات كبيرة في مقدرة النباتات على تحمل القلوية، بعضها يكون عنده القدرة على النمو فى قلوية عالية فوق ١,٥٪، بينما نباتات أخرى تنمو على نحو هزيل في الاراضي ضعيفة القلوية ٠,٤٪، هذا التفاوت الكبيرة يمكن توضيحه فيما يلي:

١ - القلوية العالية جداً فوق ١,٥٪ تنمو فيها الشجيرات الملحية والاعشاب الملحية.

٢ - القلوية العالية ١- ١,٥٪ تنمو فيها أشجار نخيل البلح وشجيرات الرمان.

٣ - القلوية القوية ٠,٨ - ١٪ ينمو فيها بنجر السكر، أعشاب القمح الشرقية، Brome grass بدون حسك، مروج الشوفان الطويلة.

٤ - القلوية المتوسطة ٠,٦ - ٠,٨٪ تنمو فيها أعشاب الراي الايطالي، أعشاب القمح الاسطوانية، دخن، ذيل الثعلب، اللفت، الكرنب، السورجوم وشعير التبن.

٥ - القلوية أقل من المتوسطة ٠,٤ - ٠,٦٪ ينمو فيها القطن، الاسبرجلس، القمح، الشوفان، الراي، الشعير.

٦ - القلوية الضعيفة أقل من ٠,٤٪ ينمو فيها القمح، الشوفان لأخذ الحبوب، البرسيم الحجازي، البسلة، الفول والبرسيم السكري.

كذلك فان أشجار الفاكهة تظهر إختلافات كبيرة في مقدرتها على تحمل القلوية وتظهر بعض الاصناف إختلافات في مقاومتها للقلوية. لقد ذكر أن العنب هو اكثر أشجار الفاكهة تحملاً للقلوية. يمكن أن يقاوم في التربة المحتوية ٤٥٧٦٠ باوند من مجموع القلوية في الاكار لعمق ٤ قدم، بينما اكبر كمية يتحملها شجر التوت بدون اضرار كانت ٥٤٧٠ باوند/ اكار. وفيما يلي ترتيب حسب مقدرة أشجار الفاكهة في تحمل القلوية من الاكبر إلى الاصغر.

العنب، الزيتون، اللوز، التين، البرتقال، الكمثرى، التفاح، البرقوق، الخوخ، المشمش، الليمون والتوت.

منع القلوية Prevention of Alkali

إن تراكم القلوية هي صفة تميز الأراضي نصف الجافة والذي يحدث فيها تبخر عالٍ وسريع يؤدي إلى صعود الاملاح وتراكمها على سطح التربة بينما لايكون هناك كميات كافية من المطر او الماء لاعادة توزيع تلك الأملاح في التربة. وبالتالي فان الري يلائم الترسبات السطحية للقلوية في المناطق نصف الجافة وعندئذٍ تتوزع القلوية جيداً في التربة بعد أن تكون قد ترسبت الاملاح على سطح التربة. لذا فان نقاوة ماء الري (خلوة من الاملاح القلوية) مهم جداً في هذه الحالة وذلك لأن ترسب الاملاح القلوية سيكون أسرع عند استعمال ماء غير نقي.

لايوجد هناك طريقة وحيدة يمكن الاعتماد عليها في مواجهة الصعوبات الناشئة من القلوية في التربة. يجب أن نذكر اولاً بأن الاراضي القلوية والمسببة اضراراً للنبات تحتاج إلى ري غزير اكثر منها في الاراضي غير القلوية او ذات القلوية البسيطة. وكذلك يجب أن يكون الري اكثر غزارة إذا كان الماء فيه املاح قلوية عنه لو كان الماء نقياً. إن الطرق الاساسية في معاملة التربة القلوية، لكي تمنع أضرار المحاصيل او لكي تقلل تأثير القلوية إلى أقل حد ممكن هي الآتي:

١ – استعمال وزراعة المحاصيل المقاومة للقلوية او المتحملة لها، فقد وجد أن زراعة بنجر السكر في الأراضي متوسطة القلوية عدة مرات يجعلها ملائمة لأن تزرع بالمحاصيل الأكثر حساسية للقلوية.

٢ – إختيار العمليات الزراعية التي تجعل الاملاح القلوية متوزعة جيداً في التربة او تعوق او تقلل تجمعها على السطح. إن اكثر تلك الطرق أهمية هي تلك التي تعوق التبخر وهي مذكورة في الطريقتين التاليتين:

أ - الزراعة بحيث يبقى سطح التربة مغطى بطبقة من القش او التبن او السماد البلدي او اوراق الشجر او الرمل وذلك لجعل سطح التربة غير متلامساً مباشرة مع حرارة الشمس.

ب- استعمال نباتات ذات نمو عال وغزير بحيث تظلل مساحات كبيرة من الأراض وبالتالي تقلل من حدة الحرارة وتقلل التبخر.

٣ - استمرارتحريك سطح التربة ودفنه وذلك باستعمال الحراثة العميقة.

٤ - تخفيض الماء الارضي في التربة باستعمال خنادق اسمنتية.

إن الطرق المذكورة السابقة بشكل عام تستعمل لتقليل الاضرار الناشئة من الاراضي متوسطة القلوية. أما إذا كانت الاملاح القلوية مترسبة بشكل كبير فإن الازالة الحقيقية للاملاح من التربة او تحويل تلك الاملاح إلى أشكال أقل ضرراً هو أفضل الطرق لاصلاح التربة. هناك عدة عمليات مختلفة يوصى باستعمالها وإن كان بعضها ذو أهمية قليلة. من هذه العمليات:

١ - استعمال الري الغزير او إغراق التربة بالماء ثم صرف الماء لعدة مرات.

٢ - عمل خنادق في التربة لعدة إنشات ثم غمرها بالماء مع غمر سطح التربة ثم صرف الماء والأملاح الذائبة.

٣ - اجراء معادلة لكربونات الصوديوم (القلوية السوداء) عن طريق اضافة الجبس الزراعي والذي يؤدي إلى تكوين كربونات الكالسيوم وكبريتات الصوديوم وبالتالي تنخفض اضرار القلوية إلى أقل حد ممكن.

إن استعمال الجبس يؤدي أيضاً إلى تسهيل الصرف ويقلل فقد المادة العضوية. هناك مواد كيماوية أخرى يمكن استعمالها مثل اضافة الكبريت المعدني أو إضافة كميات قليلة من حمض الكبريت. كذلك فإن استعمال كميات كبيرة من السماد البلدي يكون ضرورياً بعد إتمام عملية الغسيل وذلك لزيادة القدرة الانتاجية للأرض.

يجب الانتباه عند إجراء العمليات السابقة أن يكون هناك توازن غذائي وتوازن بين المعادن الاساسية في التربة وذلك حتى تبقى الأرض منتجة.

اضطرابات التغذية النباتية

أولاً : - الأمراض الناتجة عن نقص العناصر المعدنية

Diseases Induced By Mineral Deficiencies

إن نقص عنصراً أو اكثر من المعادن الاساسية بشكله القابل للامتصاص من محلول التربة يؤدي إلى ظهور أعراض مرضية وينخفض النمو، ينقص الانتاج ويكون ذو درجة منخفضة (إنتاج رديء). تكون معظم الاعراض المتسببة عن نقص العناصر نوعية وتؤثر بشكل كبير على الانتاج. على أية حال فان ظهور الأعراض هو دليل واضح على تأثير الظروف البيئية من حيث نقص عنصر او اكثر، وبالتالي فانه في كثير من الاحيان يكون من الضروري أن نلجأ إلى تحليل النسيج النباتي لتقديم دليل كاف على نقص العنصر.

وفيما يلى الاعراض العامة الشائعة لامراض نقص العناصر:

١ - أعراض نقص النيتروجين Nitrogen Deficiency Symptoms

إن توفر النيتروجين يكون مرتبطاً بشكل أساسي مع نشاط الكائنات الحية الدقيقة في التربة. إن النتريت Nitrate هو الشكل العادي للنيتروجين الذي يمتصه النبات من التربة، ومع ذلك فإن الأمونيا Ammonia يمكن أيضاً أن يستعملها النبات. إن المركبات غير العضوية للنيتروجين يمكن أن تنقلب إلى نتريت Nitrate بواسطة سلسلة تفاعلات تجرى بواسطة الكائنات الدقيقة. لكي نحصل على نيتروجين البروتين يمكن أن تجرى العمليات الآتية:

بروتينات ← مركبات عضوية وسطية مثل الاحماض الأمينية ← أمونيا ← Nitrites نترات ← نتريت Nitrate.

يعتبر النيتروجين الجزء الاساسي في تركيب البروتين، الأنزيمات، الأغشية الخلوية، الاحماض النووية، الكلوروفيل وكثير من المواد الهامة ذات الوزن الجزيئي الصغير. إن النباتات الراقية غير قادرة على استعمال النيتروجين المعدني الموجود في الهواء بنسبة ٧٨٪.

تظهر الاعراض العامة لنقص النيتروجين على جميع النباتات كالآتي:

يكون النمو محدوداً لكل من القمم والجذور. تكون النموات الحديثة للأغصان قصيرة ونحيفة وتكون ذات نمو قائم ومغزلي. تكون الاوراق صغيرة ذات لون باهت، أخضر مصفر في الاطوار الأولى من النمو، أما في الأطوار الأخيرة تتكشف صبغات ملونة ذات لون برتقالي مصفر وأحمر وأحياناً تكون أرجوانية، تبدأ الصبغات على المجموع الخضري المتقدم في السن (يتحرك النيتروجين بسهولة في النبات ويستطيع أن ينتقل من الاجزاء المتقدمة في السن إلى الأنسجة الحديثة) ثم تتجه ناحية الاوراق الصغيرة السن. يمكن أن تتكشف الصبغات في بتلات الازهار. تتساقط الاوراق قبل تمام نموها ويبدأ التساقط في الاوراق المتقدمة في السن. تكون التفرعات الجانبية قليلة ويمكن أن تموت البراعم الجانبية او تبقى ساكنة. أما الأزهار ففي حالات نقص النيتروجين الشديدة فانها تقل كثيراً وبالتالي فان إنتاج الحبوب والثمار يكون قليل جداً ويكون لحجم الاوراق الصغيرة دوراً في نقص المحصول. تتأخر العمليات الفسيولوجية التي تبدأ في الربيع من أن تأخذ مجراها، فمثلاً يتأخر تفتح البراعم وإنفراد الأوراق وتفتح الازهار.

وفيما يلي شرح موضح لاعراض نقص النيتروجين في بعض النباتات الاقتصادية الهامة:

١ - الحبوب:

تظهر اعراض نقص النيتروجين في الحبوب على شكل ضعف البراعم الساكنة وهذا بدوره يعطي اشطاءات ضعيفة وسنابل صغيرة جداً. تظهر أولى الاعراض على قمم الاوراق السفلية حيث يظهر لونها مصفر، وإذا استمر نقص النيتروجين فان الاصفرار يتقدم إلى أعلى في العرق الرئيسي للورقة ويأخذ الشكل النموذجي (V - shape) تبقى حواف الورقة خضراء شكل (١٠).

ومن الجدير بالذكر أن نقص النيتروجين يسبب ما يسمى البُرة الصفراء في القمح Yellow berry of wheat واحياناً يسمى هذا المرض الرحم الأصفر (Yellow belly). إن مرض البره الصفراء لايمكن اكتشافه بواسطة اي من المظاهر غير الطبيعية في نمو المحصول ولكن يكون واضحاً فقط في الحبوب بعد دراسة (الدرس) المحصول. يتصف هذا المرض

بظهور (في الأقماح الصلبة) حبوب ذات لون أصفر خفيف غير شفاف، تكون الحبوب نشوية ناعمة، تكون هذه الحبوب الفاتحة ما يسمى Yellow berries البر الأصفر. يمكن أن تكون نسبة الحبوب الصفراء قليلة في السنبلة ويمكن أن تصل نسبة الحبوب الصفراء النشوية حوالى نصف المحصول، بينما باقى الحبوب تكون صلبة قاسية شفافة. إن الفرق في اللون بين الحبوب الصلبة والحبوب الصفراء يكون راجعاً إلى الاختلافات في تركيب ومحتويات الخلايا في الانوسبيرم. يظهر على الحبوب المصابة بمرض البرة الصفراء ثلاثة إنحرافات واضحة عن الوضع الطبيعي للحبة. هذه الانحرافات هي:

١ – تحورات في تركيب ومحتويات الانوسبيرم.

٢ – الوزن والكثافة النوعية تكون أقل منها في الحبوب الزجاجية الطبيعية في نفس الصنف.

٣ – ينخفض المحتوى البروتيني في الحبوب.

وعلى أية حال تكون الفجوات اكبر واكثر في العدد في إندوسبيرم البره الصفراء عنها في انوسبيرم الحبوب الصلبة الطبيعية وتكون كذلك حبيبات النشا اكبر. تحتوي البره الصفراء على نسبة أعلى من النشا تصل من ١-٤٪ عنه في الحالة الطبيعية. تكون الحبوب العادية ذات قوة اكبر منها في البره الصفراء، كما يدل على ذلك إختبار الطحن.

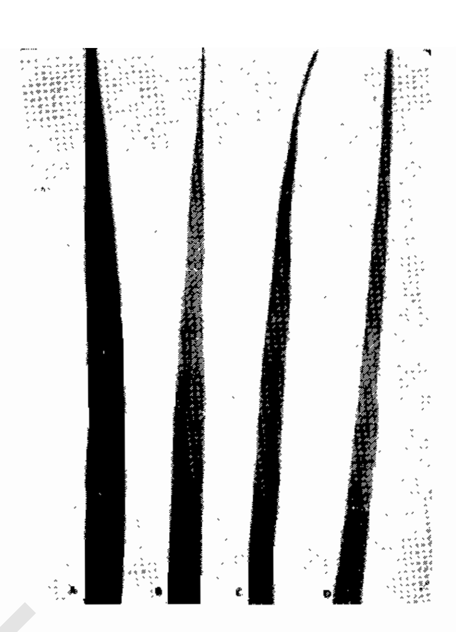
إن الاسباب الرئيسية لظهور مرض البره الصفراء والتي يعتقد أنها ذات أهمية في إظهار المرض:

١ – العوامل المناخية التي تؤثر على الحبة بينما لاتزال في العصافات إما خلال الجزء الاخير من فترة النضج او بعد الجمع والحصاد.

٢ – اسباب وراثية (عوامل وراثية) تعمل مستقلة عن تأثير البيئة.

٣ – إضطرابات غذائية بسبب عدم تناسب العلاقات المائية في التربة.

٤ – إن أكثر العوامل أهمية يبدو أنه نسبة النيتروجين إلى البوتاسيوم N/ K ratio في التربة، حيث تبين أن مرض البرة الصفراء يزداد كلما زادت نسبة البوتاسيوم والفسفور في التربة إلى النيتروجين، يمكن استبعاد هذه الحالة باضافة النتريت Nitrates.



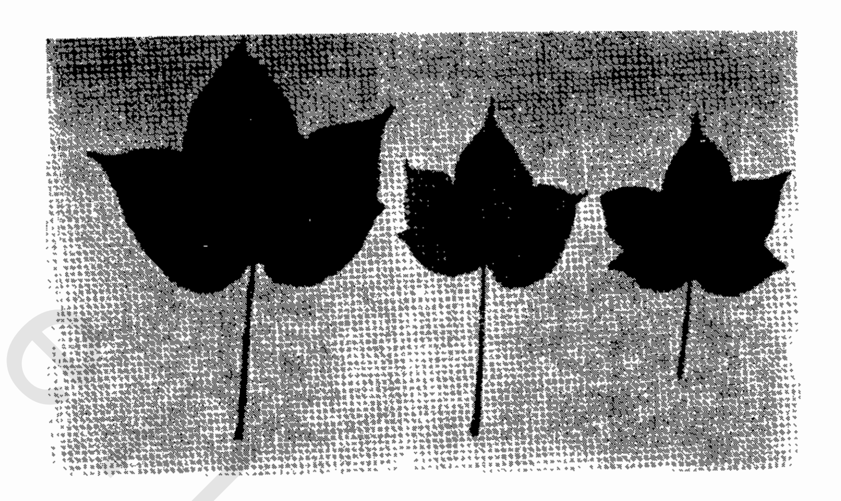
شكل رقم ١٠: أعراض نقص النيتروجين في القمح فى شكل B، نقص الفسفور في شكل C، نقص البوتاسيوم في شكل D. أما شكل A فهو كنترول.

٢ - القطن :

تتميز أعراض نقص النيتروجين على القطن بتكوين نمو خضري هزيل والذي يصبح مميزاً في الاطوار المبكرة من حياة النبات حتى قبل أن تبدأ الاوراق الحقيقية في الظهور. إن نقص النيتروجين في التربة يؤدي إلى نقص عام في قوة النبات او بطريقة أخرى يحدث اعاقة نمو الساق في النبات. تكون نموات الافرع متقزمة وذات تفرعات ضئيلة، تكون ذات ملمس خشبي. عندما ينمو نبات القطن في تربة شديدة نقص النيتروجين فانها تفشل في إنتاج تفرعات خضرية جانبية. تتكون معظم لوزات القطن وتكون محمولة على أول خمسة تفرعات ثمرية والتي تحمل ٩٨٪ من الأزهار.

كذلك فان النباتات التي تعاني من نقص النيتروجين تنتج محصول من اللوزات ذو نوعية سيئة جداً botoon Crop ويبدو أن الجنين لايكتمل نموه والذي يحدد بوضوح وزن البذور

وبالتالي نقص النيتروجين يؤثر على حجم اللوزات. أما في النباتات التي تكون قد حصلت على كمية كافية من النيتروجين يتكون فيها كمية بذور غائرة في اللوزة (شكل ١١).



شكل رقم ١١: أعراض نقص النيتروجين في القطن. على الشمال ورقة عادية كنترول. أما في الوسط أعراض نقص النيتروجين. اما في اليمين فان اللون الاخضر الداكن فهو أعراض نقص الفسفور.

٣ - البطاطس:

إن إستجابة نباتات البطاطس مع نقص النيتروجين مشابه لتفاعل واستجابة كثير من النباتات الأخرى. يكون نمو النبات باكمله محدوداً، تكون نسبة الانخفاض في النمو متطابقة مع نسبة نقص النيتروجين. ينعكس هذا النقص في حجم النبات على الانتاجية كما ونوعاً وتكون الدرنات ذات نوعية سيئة. يكون لون النبات أخضر فاتح إلى أخضر مصفر وفي الاطوار المتقدمة من النمو تفقد حواف الوريقات السفلى لون الكلوروفيل ثم لايلبث أن يتلاشى اللون ويتحول إلى الأصفر الباهت ويتساقط كثير من المجموع الخضري نتيجة نقص النيتروجين.

٤ - أشجار الفاكهـــة:

أما أعراض نقص النيتروجين في أشجار الفاكهة، فهي، بالاضافة إلى الأعراض العامة التي تظهرها جميع النباتات على الاوراق والنموات الحديثة فانه يظهر تلون محمر واضح على القلف وتكون الثمار صغيرة صلبة محمرة الوجنات وذات قدرة عالية على التخزين. في الخوخ يصبح لون المجموع الخضري أخضر فاتح إلى أخضر غامق ويمكن إعتبار درجة التلون هذه مقياساً لنسبة نقص النيتروجين. يظهر في أشجار اللوزيات، التفاح والبرتقال صبغات حمراء بارزة بشكل خاص، بينما العروق على السطح السفلي للورقة تأخذ لون ارجواني واضح. تسقط اوراق البيكان والجوز في منتصف الموسم. عندما يكون نقص النيتروجين بشكل حاد يقل تكوين الازهار ويقل الانتاج، تتحول البراعم الزهرية إلى اللون الأصفر ثم تسقط أكثر من أن تبقى على الشجرة وتكون محصول.

يمكن القول أنه من وجهة نظر علمية فان نقص النيتروجين في النبات يؤدي إلى حدوث أمراضاً أما من وجهة نظر تجارية، فإن هذه النباتات التي تعاني من نقص النيتروجين يمكن أحياناً أن تكون ذات قيمة تسويقية عالية كما يحدث في بعض أنواع الدخان حيث تفضل فيها الورقة الرقيقة الشاحبة، كذلك فان بعض أنواع الخضار الورقية والعصارية تكون قيمتها التجارية اكبر إلى حد ما عنه عندما تكون نامية في بيئة يتوفر فيها النيتروجين.

يمكن إصلاح نقص النيتروجين في التربة وذلك بالاضافة المباشرة والسريعة للاسمدة النيتروجينية.

٣ - اعراض نقص الفسفور Phosphorus Deficiency Symptoms

يعتبر الفسفور احدى العناصر الحيوية الهامة الداخلة في تركيب كثير من المواد في الكائنات الحية. يدخل الفسفور في تركيب الاحماض النووية، البروتينات النووية، الفايتين Phytin، الفسفوليبيدات، ادونيسين ثلاثي الفسفيت ATP. عند دخول الفسفور في الاحماض النووية فانه يدخل في بناء DNA في الكروموسومات و RNA في النوية والرايبوسومات، حيث يكون حيوي في إنقسام الخلية والنواة وكذلك ينظم اي عمليات أخرى في الخلية. كذلك فإن

الفسفور حيوي وهام في تركيب الفسفولبيدات في أغشية الخلية وينظم حركة وإنتقال المواد من وإلى الخلايا والعضيات الأخرى. يمكن أن يعمل الفسفور كمادة مخزنة في البذور مع أنه يخزن في الحبوب بشكل أساسي على هيئة فايتين Phytin والذي يحدث له هدرجة عند إنبات البذرة ويتحرر الفسفات لتقوم بحمل الطاقة في المركب ATP.

كذلك فإن الفسفور يوجد في بعض الأنزيمات مساعداً في عمليات البناء. إن أنزيم Phosphoglucomutase فسفور غلوكميوتيز ضروري وهام في عمليات بناء وتمثيل السكر. كذلك يدخل الفسفور في بناء الجذر الأولية للخلية مثل أنزيم حمض الفسفيت. وهو كذلك يدخل في التفاعلات الأولية لعملية التمثل الضوئي حيث يكون موجوداً في ذرة الكربون الخامسة والتي تتفاعل مع CO_2.

يبدو أن الفسفور يحدث له نقصاً في اي من الاراضي عدا عن تلك المتكونة أصلاً من صخور ذات محتوى عال من الفسفور او تلك التي تراكم فيها الفسفور على مدى السنين من استعمال الأسمدة.

يُمتص الفسفور المتوفر بواسطة جذور النبات ويستعمل بكميات كبيرة نوعاً ما. تتراوح كمية الفسفور الموجودة في المحصول، حسب نوعه فمثلاً تصل ١٥ ليبره في الاكار في محصول التفاح والعنب وتصل ١٣٠ ليبرة في الاكار في الكرفس. يبدو أن هذه الكميات تكون موجودة في الأراضي البكر، ولكن هذا المخزون لايلبث أن ينخفض وإذا لم يضاف الفسفور فإن النباتات سوف تعاني من نقص الفسفور. في الاضافات العالية من الفسفور والتي تسبب تراكم الفسفور في التربة تؤدي لإحداث تسمم الفسفور.

يكون محتوى النبات من الفسفور اكبر في معظم أنسجة النمو النشيطة، مثل المناطق المرستيمية والحديثة، الثمار المتكونة حديثاً وفي البذور، ولكن في المتوسط يكون معدل وجود الفسفور في النبات السليم ٢٥. ٠٪ من الوزن الجاف، وإذا مانقصت محتويات النبات عن ٤٠٠ جزء في المليون فان النبات يبدأ يعاني من نقص الفسفور.

يوجد الفسفور في التربة في عدة أشكال، إما على شكل مواد عضوية او مركبات غير عضوية، ودائماً يضاف إلى التربة على شكل سماد طبيعي او مركبات كيماوية. عند إضافة

الاسمدة العضوية إلى التربة ففي هذه الحالة يكون الفسفور أقل قابلية للامتصاص من قبل النبات عنه في حالة إضافته على شكل مركبات غير عضوية. يخضع الفسفور لعدة تغيرات في التربة بواسطة الكائنات الحية الدقيقة وبواسطة التفاعلات الكيماوية البحتة. بالرغم من الاضافات الكبيرة من الفسفور إلى التربة إلا أن كمية الفسفور الذائبة في ماء التربة في اي وقت تكون صغيرة جداً.

إن حركة الفسفور في التربة تكون محدودة جداً ولهذا يقال أن التربة ذات قوة ربط عالية للفسفور. وكقاعدة عامة فإن الأراضي الثقيلة تظهر قوة ربط للفسفور أعلى منه في الاراضي الخفيفة، الاراضي ذات المحتوى العال من الحديد تكون ذات قوة ربط عالية أيضاً. إن أهم عنصرين مسئولين عن ارتباط الفسفور، هما الكالسيوم في الأراضي المتعادلة والقلوية والحديد في الأراضي الحامضية.

ينتشر نقص الفسفور في المناطق ذات الامطار العالية. هذا يكون راجعاً لسببين، الاول هو ميل التربة إلى الحامضية لكثرة الامطار وبالتالي يتحول الفسفور إلى صورة غير قابلة للامتصاص. والثاني فان كثرة الامطار تؤدي إلى غسل التربة وفقد نسبة كبيرة من الفسفور. كما وأن الاراضي الطينية الفقيرة يكون فيها نقص الفسفور واضح بشكل اكبر.

يستجيب النبات لنقص الفسفور في كثير من الاحيان بنفس الطريقة التي يستجيب فيها لنقص النيتروجين. يحدث نمو محدود لكل من القمم والجذور، تكون التفرعات قصيرة ورفيعة والنمو قائم مغزلي. تميل الاوراق لأن تكون أصغر من حجمها العادي، تسقط الأوراق، يبدأ السقوط من الاوراق المتقدمة في السن. تكون النموات قائمة ويظهر في الاوراق بقع ميتة او تكون ذات لون أخضر داكن، الاوراق الكاملة النمو تكون برنزية اللون. تكون الاوراق المتقدمة في السن مبرقشة قليلاً وذات لون أخضر غامق. يظهر في بعض النباتات اصفرار حول حواف الورقة ويتكون عدداً قليلاً من البراعم الجانبية تكون إما ساكنة او تموت وبالتالي تكون النموات الجانبية ضعيفة. ينخفض تكوين البراعم الزهرية، يقل تكوين الازهار وبالتالي ينخفض الانتاج. يتأخر تفتح البراعم احياناً وهذا يؤدي إلى تأخر نضج الثمار واطالة موسم النمو.

مع أن الأعراض العامة لنقص الفسفور تشابه إلى حد ما أعراض نقص النيتروجين، إلا أن هناك نقاطاً محددة تفرق او تميز بين نقص الفسفور ونقص النيتروجين يمكن ظهورها في الاوراق بوضوح منها:

الاوراق التي تعاني من نقص الفسفور تميل لأن تفقد لمعانها اكثر منها في نقص النيتروجين، كذلك تكون الاوراق مزرقة اكثر منها في نقص النيتروجين وذلك نظراً لتكوين كثير من صبغات الانثوسيانين. تبقى الاوراق خضراء قاتمة، أما الأوراق المتقدمة في السن فتصبح خضراء قاتمة جداً، يتكون صبغات ارجوانية على معظم السطح السفلي للأوراق او على طول العروق وأحياناً يتكون صبغات حمراء او صفراء. تأخذ قمم الاوراق في بعض النباتات مثل الكرنب المظهر الارجواني. لسوء الحظ فانه في تشخيص نقص الفسفور فان اللون الارجواني يمكن أيضاً أن يميز نقص النيتروجين وبعض تأثيرات الظروف البيئية الأخرى، إلا أن الصبغات المتكونة نتيجة نقص الفسفور تكون دائماً ارجوانية اكثر منها صفراء او حمراء ويمكن أن تأخذ مظهر اللون البرنزي الغامق مع وجود تبقع بني او ارجواني. تكون الصبغة الارجوانية سائدة بشكل خاص على اوراق النجيليات (شكل ١٢). تكون حواف الاوراق في بعض النباتات مثل البطاطس اكثر ميلاً لأن تصبح ذات بقع ميتة ومتحللة وكذلك تميل الحواف لأن تلتف او تتجعد إلى أسفل.

يتكشف على السيقان واعناق الاوراق صبغات محمرة او ارجوانية وتكون النباتات متقزمة مع قصر السلاميات، ينخفض النمو ويتأخر النضج.

وفيما يلي اعراض نقص الفسفور في بعض النباتات الاقتصادية الهامة.

١ - الحبوب:

تظهر اعراض نقص الفسفور في الحبوب على شكل تكشف صبغات ارجوانية محمرة، يقل إنتاج الحبوب تبدأ قمم الاوراق تموت وتتحول إلى اللون البني الغامق (شكل ١٢). اما في الذرة والسورجوم فان التلون الارجواني يكون متأصل تماماً. لايظهر اللون الارجواني احياناً ولكن يظهر التلون البني الغامق واضحاً على قمم الاوراق ومايتبعه من موت النسيج يكون واضحاً تماماً.

٢ - البطاطس:

إن نباتات البطاطس التي تعاني من نقص الفسفور يمكن أن تنتج درنات ذات بقع بنية صدئة في لحم الدرنة على شكل بثرات منفصلة، احياناً تتصل هذه البثرات مع بضعها البعض مكونة مناطق ملونة اكبر معطية شكل من التخطيط ينطلق من مركز الدرنة. لايظهر أعراض خارجية على الدرنة تميز الدرنات السليمة عن الدرنات المصابة. عند غلي (او سلق) الدرنات المصابة تبقى تلك البثرات على شكل كتل بنية صلبة في الأنسجة الطرية. احياناً يكون هناك اسباباً أخرى بالاضافة لنقص الفسفور تؤدي إلى تكوين بثرات بنية في أنسجة درنة البطاطس، فمثلاً يمكن أن تكون بسبب بعض الاصابات الفيروسية او ناتجة عن ارتفاع درجات الحرارة او اضرار الصقيع.

٣ - الطماطم:

تظهر اولى اعراض نقص الفسفور في الطماطم على شكل ظهور لون ارجواني على السطح السفلي للاوراق. أما في عروق الاوراق المصابة فان هذا التلون يمكن أن يظهر اولاً على شكل بقع ثم بعد ذلك ينتشر، واخيراً تصبح جميع العروق ذات صبغات ملونة. أخيراً يصبح المجموع الخضري متخذاً الصبغة الارجوانية وخاصة على قمم الاوراق، في حين تكون السيقان اسطوانية وخيطية. تبقى الاوراق صغيرة ويتأخر عقد ونضج الثمار في النبات.

٤ - الحمضيات:

تظهر أعراض نقص الفسفور في الحمضيات على شكل إنخفاض في جودة الثمرة وتصبح الثمرة كبيرة خشنة مشوهة واحياناً تكون القشرة سميكة وذات مركز أجوف. تكون الثمار المأخوذة من أشجار تعانى من نقص الفسفور محتوية على نسبة عالية من الاحماض، وبالتالي عند إضافة الفسفور إلى التربة فان اولى الأعراض التي تبدأ في الإختفاء ويمكن اعتبارها مقياساً لتوفر الفسفور في التربة هو إنخفاض نسبة الاحماض في الثمار.

أما الأعراض على المجموع الخضري فتكون على شكل ضعف عام وتقل كثافة النموات الخضرية وتصبح النموات الحديثة نحيفة وضعيفة وتكون الاوراق المتكونة صغيرة وقليلة وتسقط قبل تمام نموها ويصاحب هذا الضعف في المجموع الخضري قلة الانتاج. تعطي الأشجار التي تعاني من نقص الفسفور نمو ضعيف في الربيع ويظهر الضعف بسرعة وتأخذ الاوراق المظهر البرنزي في الخريف. يحدث احياناً موت القمم في الأفرع. يظهر بعض البقع الميتة على الاوراق خاصة على الليمون.

٥ - الخوخ:

يعتبر الخوخ من النباتات الحساسة لنقص الفسفور. كثيراً ما تتحول قوة الشجرة فوراً وتنحدر إلى أقل درجة ممكنة. تأخذ الأوراق المتقدمة في السن اللون الأخضر الداكن وهذا يكون متبوعاً باللون الارجواني للعروق وبالتدريج على السطح السفلي للأوراق وعلى أعناق الأوراق، بينما السطح العلوي للأوراق يصبح برنزي وذو لون مائل للأسود او للأحوى. تصبح الاوراق الحديثة قائمة اكثر من الوضع الطبيعي، بينما الاوراق القديمة نوعا ما تميل لأن تتجعد إلى أسفل في منطقة الحواف والقمم.

٦ - القطن:

تظهر اعراض نقص الفسفور في القطن وبسلة الزهور، بأن تصبح البراعم الزهرية الحديثة صفراء وتسقط ويحدث تقزم في نمو النبات ويتحول إلى اللون الأخضر الغامق (شكل١٣).

٧ - المخروطيات:

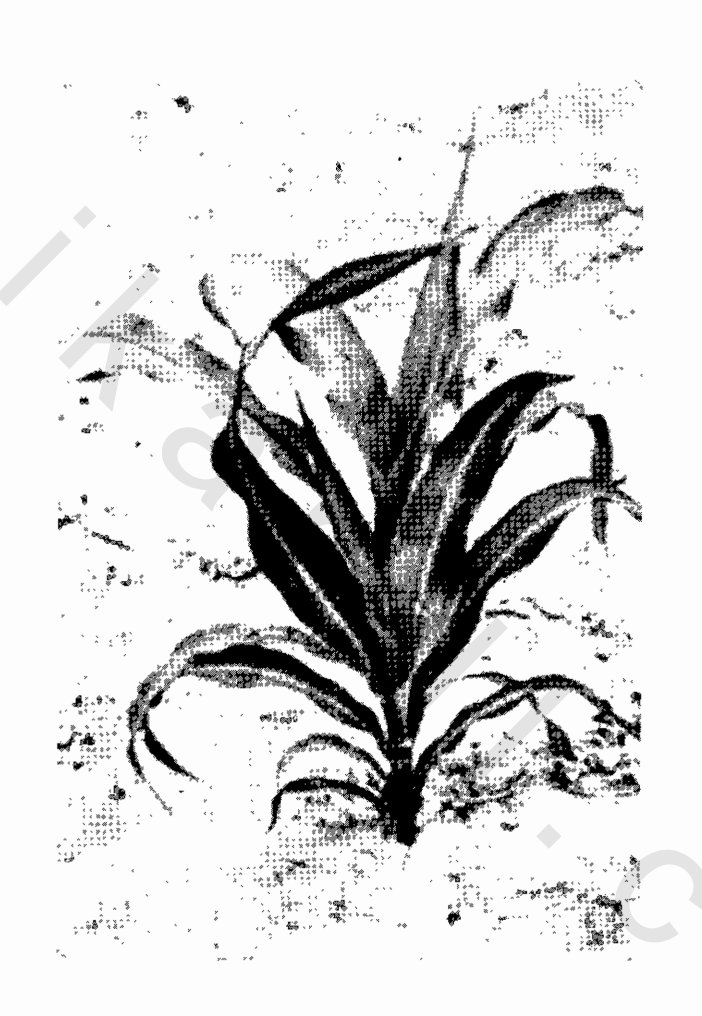
تظهر أعراض نقص الفسفور في أشجار المخروطيات الصغيرة السن على شكل تلون ارجواني وأخيراً ذبول الاوراق المتقدمة بالسن.

٨ - الكتان

تظهر اعراض نقص الفسفور على الكتان في الظروف الجوية الباردة الرطبة ويظهر شحوب على الأوراق وتموت البراعم الطرفية. أما في الظروف الجوية الجافة الباردة تأخذ الفلقات مظهر اللون البرنزي المخضر وتكون الاوراق متقزمة ومبرقشة.

في جميع الحالات التي يكون فيها نقص الفسفور متمثلاً في النباتات الحولية يكون نمو الجذر ضعيفاً وتفرعاته قليلة وتكون سهلة الإصابة بالأمراض الطفيلية وكائنات التربة المرضة، وبالتالي تتحطم جذور النبات بالكائنات الممرضة وإن كان السبب الاصلي هو نقص الفسفور.

يمكن معالجة نقص الفسفور باضافة الأسمدة الفسفورية للتربة.



شكل رقم ١٢: أعراض نقص الفسفور في النجيليات.



شكل رقم ١٣: أعراض نقص الفسفور على لون ونمو القطن.

٣ - اعراض نقص البوتاسيوم Potash Deficiency Symptoms

لايعتبر البوتاسيوم من المكونات البنائية في النبات ولايدخل في تكوين الاحماض النووية او الإنزيمات. إن وظائف البوتاسيوم الاساسية هى وظائف تنظيمية. لقد درس البوتاسيوم باسهاب من حيث إنتشاره في النبات والنتائج المترتبة على نقصه، ولكن يبقى الدور الفعال والنوعي للبوتاسيوم تحت البحث والدراسة.

لقد أثبتت الدراسات المستمرة طوال السنين على البوتاسيوم أنه يتدخل واقعياً في جميع عمليات الميتابولزم، وبالتالي فان نقص البوتاسيوم يؤدي إلى عدم التوازن المائي ويقلل من نشاط البناء الضوئي، يعوق من عمليات ميتابولزم المواد الكربوهيدراتية، يزيد التنفس ويقلل بناء الكلوروفيل ويقلل أيضاً المحتوى البروتيني ويسبب أضراراً منظورة على ورقة النبات.

إن أكثر الأدوار أهمية للبوتاسيوم هو دوره في عمليات ميتابولزم البروتين، وهو اساسي في تنشيط الأنزيمات التي تبني بعض الروابط البيتيدية وتدخل الاحماض الأمينية في البروتين. يساعد البوتاسيوم أيضاً على إبقاء التوازن الايوني موجباً لاشباع الشحنات السالبة على البروتين وبالتالي يجعله ثابتاً.

يكون البوتاسيوم ضرورياً بشكل أساسي في تكوين السكريات والنشا وبعد ذلك فهو يطلب لنقلها خلال النبات. يعتبر البوتاسيوم ضرورياً أيضاً لانقسام الخلية، النمو، وهو برفقة الكالسيوم يعمل على معادلة الاحماض العضوية. وبطريقة معينة فإن البوتاسيوم ضرورياً لإبقاء التعضي الخلوي، النفاذية وعملية فقد الماء.

يقوم البوتاسيوم بتحسين قوة وصلابة القش والسيقان، يزيد مقاومة النباتات للأمراض، يساعد النباتات في تحمل الضغوط البيئية مثل العلاقات المائية والحرارة غير الملائمة وكذلك التربة الفقيرة. كذلك فان وفرة البوتاسيوم تزيد في حجم الثمرة، طعمها ولونها الجيد.

يوجد البوتاسيوم في جميع أجزاء النبات بكميات كبيرة وملائمة ويتركز بشكل خاص في المناطق المرستيمية والاوراق. يصل التركيز الطبيعي للبوتاسيوم حوالي ١-٢٪ من الوزن الجاف للنموات الحديثة ويكون وجوده بنسبة أعلى من اي العناصر الأخرى باستثناء النيتروجين والكالسيوم.

لقد تبين أن النباتات التي تعاني من نقص البوتاسيوم تحتوي عادة على نسبة عالية من المركبات النيتروجينية العضوية الذائبة مثل الاحماض الأمينية أكثر من تلك النباتات التي تحتوي على نسبة مناسبة من البوتاسيوم، ومن ناحية أخرى فان النباتات الأولى تحتوي على نسبة منخفضة من البروتين. إن هذه الحقيقة تدل، كما سبق، على أن البوتاسيوم ضرورياً لبناء البروتينات من الاحماض الأمينية في أنسجة النبات. كذلك فان عملية بناء وتكوين الاحماض العضوية والزيوت النباتية تشجع باضافة كميات كافية من البوتاسيوم. هذا يدل على أن البوتاسيوم يساهم في عمليات الأكسدة.

لكي يستطيع النبات أن يجمع الكميات الكافية له من البوتاسيوم يجب أن يكون محتوى التربة عالياً من البوتاسيم. يقدر متوسط مايحتاجه المحصول النباتي حوالى ٧٥ كغم من

البوتاسيوم/ أكار. يوجد البوتاسيوم منتشراً بكثرة مع معادن التربة مثل Potash- flespar، الميكا Mica، الجلوكونايت Glauconite والتي منها يتحول ببطء إلى أشكال ذائبة بواسطة العوامل الجوية. يكون البوتاسيوم مرتبطاً بقوة في التربة. من المحتمل أن يكون هناك في التربة كمية كبيرة من البوتاسيوم تكون على شكل قاعدة قابلة للتبادل ولكن أيضاً فى أقل شكل قابل للامتصاص، وفي بعض الاراضي شديدة نقص البوتاسيوم فان إضافة أسمدة بوتاسية مع البذور يكون ضرورياً للحصول على نتائج مرضية. هناك كميات قليلة جداً من البوتاسيوم موجودة في محلول التربة في اي وقت من الاوقات، ولكن البوتاسيوم القابل للتبادل عندما يوجد بكميات كبيرة في التربة يكن جاهزاً للامتصاص من قبل النبات. يكون نقص البوتاسيوم اكثر حدوثاً في الأراضي الخفيفة عنه في الأراضي الثقيلة نظراً لأن البوتاسيوم يكون في الأراضي بكميات كبيرة على جزيئات الطين. بالاضافة إلى الأراضي الرملية فان الأراضي الجيرية والأراضي (Peats) كثيراً ما تعاني من نقص البوتاسيوم.

إن البوتاسيوم واحداً من العناصر التي تتحرك من الأجزاء النباتية المتقدمة في السن إلى المناطق حديثة النمو عندما يكون هناك نقصاً في هذا العنصر، وبالتالي فإن أعراض النقص يكون اول ظهورها عادة على الأجزاء المتقدمة في السن وتتكشف بشكل خطير. إن نقص البوتاسيوم يسمى الجوع البوتاسي Potash hunger وهو معروفاً منذ القدم في بعض النباتات والتي تكون فيها الأعراض أكثر تمييزاً.

عندما تكون كمية البوتاسيوم المتوفرة للنبات قليلة فان نمو النبات يصبح ضعيفاً بشكل واضح ويكون نمو الأفرع محدداً والسيقان نحيفة وتظهر الاعراض على الاوراق وتبدأ الأفرع في الموت الرجعي (موت القمم). يكون ضعف النبات وقلة الانتاج مصاحبان لقلة توفر البوتاسيوم ويصعب تمييزها أو تحديد سببها، ولكن تلون الورقة ووجود بقع ميتة عليها تدل على نقص شديد في البوتاسيوم.

إن الأعراض العامة لنقص البوتاسيوم تقريباً متشابهة في كثير من النباتات. تبدأ الأعراض على قمم الاوراق وحوافها وتصبح شاحبة وغالباً مايبدأ هذا في الاوراق المتقدمة في السن ويتقدم منها إلى قمم النمو. يبدأ ظهور تلون قاتم أو أخضر مزرق خاصة في مناطق بين

العروق في الورقة وكذلك يمكن أن يظهر اللون القاتم أو الشحوب العام على قمم الاوراق وحوافها وهذه صفة لنقص البوتاسيوم في بعض الأنواع. هذا يكون في الاوراق المتقدمة في السن ثم يكون متبوعاً باحتراق القمم والحواف وأحياناً تتكشف مناطق بيضاء او بقع بنية على طول الحواف. يمكن أن يتكشف تبرقشات او تبقعات او مظهر صدئي على قمم وحواف الورقة وتظهر ممزقة كأنها مهاجمة من قبل الطفيليات. تميل أنصال الاوراق العريضة لأن تتجعد إلى الخلف (باتجاه الاسفل) او تلتف إلى الاعلى (تجاه السطح العلوي) ويكون السطح العلوي متوازياً مع العرق الوسطي، تلتف الحواف الممزقة أو المحروقة إلى أعلى. يحدث تقزم في النبات، تقصر سلاميات الساق وينخفض إنتاج الثمار او الحبوب ويصبح المجموع الجذري ضعيفاً جداً وغالباً ماتصبح الأشجار ضعيفة التماسك مع التربة.

لقد وجد أن المحاصيل الجذرية التي تعاني من نقص البوتاسيوم تكون أقل مقاومة للتعفن والتحلل خلال الفترات الممطرة، وتكون اكثر قابلية للذبول خلال الطقس الحار. اعتماداً على هذا فإن التسميد البوتاسي يمكن أن يزيد مقاومة النبات ضد الاختراق بالطفيليات.

يؤثر نقص البوتاسيوم على تركيب النسج النباتية، فمثلاً يقلل من نشاط الكامبيوم باستثناء قمة الساق وتصبح الخلايا ذات جدر رقيقة وغير قادرة على دعم النبات. تكون جدر خلايا القصيبات أقل لجننة وتكون الخلايا البرانشيمية متسعة إتساعاً غير طبيعياً، ينخفض حجم خلايا اللحاء وتكون خلايا النخاع متحللة. يكون البوتاسيوم موجوداً في خلايا الكامبيوم ولايظهر في أي نسيج آخر. وفيما يلي وصفاً لاعراض نقص البوتاسيوم على بعض النباتات الاقتصادية الهامة:

١ - البطاطس :

إن نباتات البطاطس التي تعاني من نقص البوتاسيوم يظهر عليها تغير في اللون خلال الصيف من اللون الأخضر العادي في النباتات السليمة إلى اللون البرنزي المميز أو الاصفرار وأحياناً أخضر داكن، تفقد الاوراق لمعانها وتظهر ذات لون أخضر مزرق قاتم، يمكن أن يلاحظ شحوب بين العروق. تنبل وتسقط الوريقات بينما الساق لايزال قائم في التربة. لايقوى النبات أن يستمر قائماً ويضعف ارتباطه بالارض نظراً لضعف وقلة الجذور المتكونة. يتكون

مناطق اسفنجية جافة ملونة على الساق بالقرب من سطح التربة. يتبع كل هذه الأعراض الموت المبكر للنبات. ينخفض حجم الدرنات ويصبح المحصول غير ذو قيمة (شكل ١٤).

٢ - الـدخــان:

تظهر اعراض نقص البوتاس في الدخان بأن تكون النباتات متقزمة إلى حدٍ ما، تصبح الاوراق ذات لون أغمق منه في الوضع السليم او تصبح ذات لون أصفر غامق برنزي او نحاسي. يكون نصل الاوراق متجعداً واحياناً تكون الانصال متقطعة نظراً لاختلاف معدل النمو في أجزاء الورقة وعدم إتساقها مع نمو العروق، تموت أجزاء كبيرة من الورقة خاصة على طول العروق وتصبح الورقة ممزقة. يتعوق نمو اطراف الأوراق ويتبع ذلك أن تصبح قمة وحواف الورقة منحية إلى أسفل معطية المظهر الذي يطلق عليه المزارعون إسم (Rim bound) إطار القيد. تتلون الاوراق أيضاً ويبدأ الشحوب على القمم وحواف الاوراق، ويتقدم إلى الداخل وإلى أسفل. تبدأ الأعراض والتلون على الأوراق السفلية اولاً. يسمى نقص البوتاسيوم في الدخان احياناً Rime Fire.

٣ - القطن :

إن نقص البوتاسيوم مرض شائع في القطن والذي كثيراً مايسمى صدأ القطن (Cotton Rust) يبدي المجموع الخضري اولاً تبرقش أبيض مصفر. يتغير لون الورقة ويصبح أخضر مصفر باهت، بعد ذلك يتكشف بقع صفراء على طول الحواف وبين العروق، تموت مراكز هذه البقع وتصبح متحللة ذات لون بني محمر، تتجعد الاوراق ويصبح نصل الورقة بني ويسقط. تسقط الاوراق مبكراً. نظراً لأن البوتاسيوم يوقف إنتاج الكربوهيدرات فان الساق الرئيسي والأفرع تنبل وتموت قبل تمام النمو.

تفشل كثير من لوزات القطن في التفتح وتصبح بذور القطن صعبة الحلج (استخراج البذور من الشعر يسمى حلج) ورديئة النوعية. تصبح النباتات قابلة للاصابة بفيوزايوم الذبول (شكل ١٥).

٤ - الخضروات:

تظهر اولى أعراض نقص البوتاسيوم على شكل تبرقش وشحوب بالقرب من الحواف خاصة في الاوراق المتقدمة في السن. هذا المظهر يمكن أن يتقدم ليشمل الأنسجة التي بين العروق ثم نصل الورقة باكمله. تتحول حواف الورقة إلى اللون البني وتموت وتصبح هشة. يمكن أن يتكون بقع ميتة متحللة في المناطق الداخلية من نصل الورقة.

أما بالنسبة للطماطم فانها كما هو الحال في البطاطس تحتاج إلى كميات كبيرة من البوتاسيوم، فاعراض النقص تشبه ماذكر في البطاطس، إلا أن حواف الاوراق هنا تكون محروقة وممزقة بشكل اكثر وضوحاً ويكون نضج الثمار غير منتظم. قد يظهر بطش خضراء مصفرة عندما تنضج الثمار وهذا يسمى باصطلاح التلطخ (Blotchy).

٥ - البقوليات:

تظهر اولى اعراض نقص البوتاسيوم على البقوليات على شكل تبقع بني واضح. في البسلة تكون البذور ذات جلد سميك قاسي مما يسبب ردائه التعليب او التجميد لهذه النوعية، اما على البرسيم والبرسيم الحجازي تظهر بثرات صغيرة بيضاء مبعثرة على نصل الورقة وتكون محصورة بالقرب من العروق وكلما تقدمت باتجاه العرق الرئيسي تصبح الأنسجة بين العروق صفراء وتتحول إلى اللون البني. تصبح حواف الأوراق ممزقة، يسمى المرض احياناً اصفرار البرسيم الحجازي.

٦ - الأشجار المثمرة:

المظاهر الخارجية لنقص البوتاسيوم على الأشجار المثمرة هو احتراق الاوراق المتقدمة بالسن. في اللوزيات تكون الاوراق قائمة مجعدة جانبياً وذلك قبل احتراق الاوراق. أما في حالة الكمثرى والعنب يظهر نوعاً من البقع الميتة والمتحللة مع ظلال من اللون البني. يتقزم النمو وتزداد ظاهرة موت القمم.عندما تعقد الازهار بكثرة فان المحصول يكون قليلاً نظراً لتساقط الثمار، أما الثمار الباقية تكون صغيرة الحجم وتفشل في النضج بالتساوى. يظهر شحوب

على حواف اوراق العنب ويتكون بقع ميتة متحللة تتجة ناحية العرق الرئيسي. تكون الأوراق أصغر من وضعها الطبيعي ويكون العنقود مزدحم والثمار صغيرة وتتأخر في النضج، عندما تنضج يكون نضجها غير متساوي.

أما في البرقوق والخوخ فان الأوراق تلتف إلى أعلى ولكن الحواف تكون باهتة أو بنية، في حالات النقص الشديد يتوقف النمو ويتأخر الاثمار في الأشجار الحديثة. أما في الحمضيات فان أعراض نقص البوتاسيوم تكون واضحة ومميزة عن غيرها وذلك بدلاً من ظهور الشحوب والاحتراق على حواف الأوراق، يحدث التواءات وتجعدات للأوراق، تكون النموات الحديثة مترهلة وتأخذ شكل حرف (S)، تصفر العروق وتظهر بقع صفراء ونقوش على الأوراق.

٧ - النجيليات:

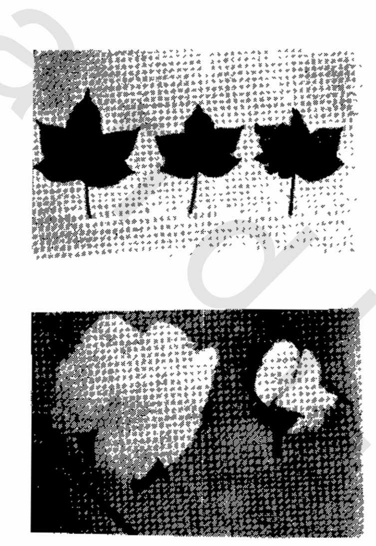
من الجدير بالذكر أنه في حالة نقص البوتاسيوم في الذرة والقمح فان الحديد يتجمع في العقد القريبة من سطح التربة والذي يتدخل في نقل المغذيات إلى الجذور والتي عندئذٍ تصبح ضعيفة وقابلة للاصابة بفطريات التربة وكذلك تتعفن الجذور ويمكن أن يؤدي ذلك إلى رقاد النبات (شكل ١٠).

لقد ذكر أن نقص البوتاسيوم يؤدي إلى تجمع المركبات البروتينية في عقد ساق نبات الذرة الشامي وهذا يعوق إنتقال المواد الكربوهيدراتية من الأوراق إلى الجذور ويؤدي إلى ضعف الجذور المتكونة ويضعف وقوف النبات في التربة.

يمكن إصلاح نقص البوتاسيوم باضافة سماد يحتوي ٥ - ١٠٪ بوتاسيوم.



شكل رقم ١٤: أعراض نقص البوتاسيوم في البطاطس، طور متقدم.



شكل رقم ١٥: أعراض نقص البوتاسيوم على القطن. العلوي على الأوراق والسفلي على جوزات القطن. الشكل على اليمين مصاب أما في الشمال فهو سليم.

٤ - اعراض نقص الكالسيوم Calcium Deficiency Symptoms

للكالسيوم عدة ادوار في عمليات الميتابولزم وتركيب النبات. يكون معظم الكالسيوم الموجود في النبات على شكل بكتات كالسيوم المكون الاساسي للصفيحة المتوسطة للجدر الأولية للخلية وله دور منظم يساعد في السيطرة على كمية وتكشف النموات الحديثة. يوجد الكالسيوم أيضاً على شكل فسفات الكالسيوم في الأغشية البروتوبلازمية ويمكن أن يؤثر بقوة على الصفات التركيبية والنفاذية الأيونية ويمكن أن يكون له دوراً في المواد المفسفرة من وإلى الميتوكوندريا. يوجد كذلك في المناطق بين الخلوية في النبات متحداً مع مجموعات الكاربوكسيل لمواد بكتينية.

كذلك فان للكالسيوم دوراً في تكوين البروتين كقاعدة من القواعد المعدنية الهامة ويساعد في عمليات الهدرجة في السيتوبلازم وكذلك فان الكالسيوم يساعد في عملية نقل الكربوهيدرات ولكن بميكانيكية معينة. في غياب الكالسيوم تتجمع كميات كبيرة من النشا وتكون جدر الخلية الحديثة غير كاملة التكوين. كذلك فان الكالسيوم يقلل سمية بعض العناصر غير العضوية مثل الصوديوم والمغنيسيوم التي يمكن أن تتجمع بكميات سامة. كذلك فان للكالسيوم دوراً في معادلة او ترسيب الاحماض العضوية الزائدة والمتكونة كنتائج لعمليات التمثيل والتي يمكن أن تصبح ضارة لخلايا النبات. إن بللورات أوكسلات الكالسيوم التي تتكون من الكميات الوفيرة من حمض الاوكساليك تكون متعادلة. يكون الكالسيوم مهماً في تمثيل النيتروجين والفسفور في مركبات بروتينية، وبالتالي فان نقص الكالسيوم يؤدي إلى زيادة الكربوهيدرات غير النشيطة.

إن كميات قليلة من الكالسيوم مطلوبة للانقسام الاختزالي والعادي. هناك علاقة وطيدة موجودة بين نقص الكالسيوم وتشوه الكروموسومات وهذا يؤدي إلى القول بأن للكالسيوم وظيفة خاصة في تعضي الكروماتين او في ال mitotic spindle.

يوجد الكالسيوم في توازن دقيق مع المغنيسيوم، البوتاسيوم والبورون. إن أي تغيير في نسبة التوازن بين هذه العناصر مع بعضها البعض يؤدي إلى إستجابات غير طبيعية في

النبـات. إن النقص الظاهري في الكالسيـوم يمكن أن يكون في الحقيـقـة راجـعـاً إلى زيادة المغنيسيوم، البوتاسيوم او البورون. إن زيادة البورون او البوتاسيوم يمكن أن يؤدي إلى ظهور أعراض مشابهة لتلك الناتجة عن نقص الكالسيوم.

وإنه على العكس من الفسفور والبوتاسيوم فان كثيراً من الكالسيوم يكون عادة موجوداً في الاجـزاء المتقدمة في السن اكثـر منه في النموات الحـديثة. تموت النباتات خـلال ٢ – ٣ أسابيع إذا نمت في محلول غذائي لايحوي كالسيوم، عادة لايكون الموت بسبب فقد التلاحم بين الخلايا كنتيجة لنقص بكتات الكالسيوم فقط وإنما أيضاً بسبب أن الكالسيوم يدخل في التفاعلات الكيماوية الضرورية لتركيب البروتوبلازم. يعتبر الكالسيوم ضرورياً لإستمرار نمو القمم المرستيمية.

يوجد الكالسيوم بكميات كبيرة في الأراضي التي تكونت من صخور جيرية او كلسية على شكل كربونات كالسيوم، يكون العنصر سهل الغسل من التربة وبالتالي ففي الأراضي الرملية حيث لايكون الكالسيوم متوفراً يجب إضافة الجير او الحجر الكلسي لتعويض التربة عما تفقده من كالسيوم. وبشكل عام فان الكالسيوم يتوفر في معظم الأراضي بكميات تكفي متطلبات النبات، ولكن نسبة عالية منه تكون غير قابلة للتبادل وغير متوفرة للنبات ويكون هناك تنافساً مع الايونات الأخرى، فمثلاً أيونات الصوديوم والهيدروجين يمتصها النبات بتفضيل اكثر من الكالسيـوم، وبالتـالي فانه في الأراضي عاليـة الحموضـة فان إمتصـاص الكالسيـوم يكون ضعيفاً، وعليه فانه في الأراضي عالية الحموضة فان أعراض نقص الكالسيوم تكون معقدة وغالباً ماتكون متحدة مع نقص المغنيسيوم ومشابهة لسمية الالومنيوم او المنغنيز.

وبالمثل فان امتصـاص الكالسيوم يكون محدوداً في الأراضي ذات المحتوى العالي من الصوديوم. كلما زادت نسبة تبادل الصوديوم يكون هناك زيادة مماثلة فى القلوية والتي تسبب نقصاً في الكالسيوم مترافقة مع بعض العناصر الاخرى مثل المغنيسيوم. إن نقص الكالسيوم مشابهاً لنقص الفسفور حيث يكون سائداً في المناطق ذات الامطار الغزيرة حيث أنه يغسل من التربة.

يبدو أن الكالسيوم لايتحرك بحرية من الأنسجة المتقدمة بالسن إلى النموات الحديثة في النبات وبالتالي فان الأنسجة الحديثة تحوي نسبة منخفضة من الكالسيوم عنها في الأنسجة القديمة. هذا يمكن أن يوضح لماذا تأثيرات نقص الكالسيوم تبدأ في الظهور في الأوراق الحديثة بالقرب من القمم النامية وفي الجهاز الجذري.

تظهر اولى أعراض نقص الكالسيوم على الاوراق الحديثة فتظهر مشوهة ذات قمم معقوفة (كُلاَّبية) إلى الخلف وتتجعد الحواف إلى الخلف أيضاً واحياناً إلى الأمام. غالباً ماتكون الحواف غير منتظمة الشكل وممزقة ويمكن أن يظهر عليها احتراقات بنية او تبقعات او يظهر أشرطة رقيقة شاحبة على الحواف، تكون الاوراق باهتة وشاحبة وينهار نسيج الميزوفيل. يكون نمو الورقة غير منتظم ويتوقف تكشفها وتصبح الحواف مقعرة في المناطق الشاحبة.

يتكشف الجهاز الجذري بضعف ويفقد الجذيرات الليفية وتبدو الجذور جلاتينية. تصبح جذور التفاح والخوخ والطماطم منتفخة بصلية الشكل ومشوهة خلف الجذور الأولية والذي يسبب توقف النمو وموت الجذور. تفقد الشعيرات الجذرية صلابتها.

يكون إنحناء الحواف في الأوراق وتجعد القمة والشحوب أكثر وضوحاً كلما قل عمر الورقة، كلما أتسعت الأوراق فان المناطق محددة النمو والشاحبة تصبح ذات بقع ميتة متحللة وتكون سوداء.

تكون الأوراق الحديثة اكثر حساسية لنقص الكالسيوم ويفشل النصل في أن ينفرد جيداً وبالتالى يظهر نتوءات سوداء صغيرة على أعناق الأوراق، وفي حالات النقص الشديد فان الأوراق الحديثة وقمة الفرع يمكن أن تذبل وتموت دون أن يحدث لها نمو واضح وهذا يشبه عملية قطف القمم Topping. عندما تبدأ الفروع الجانبية في التكشف بعد موت البرعم الطرفي فان نمو هذه الأفرع يحدث له ماحدث للبرعم الطرفي.

فيما يلي وصفاً تفصيلياً لاعراض نقص الكالسيوم في بعض النبات الاقتصادية الهامة:

١-البطاطس:-

تظهر أعراض نقص الكالسيوم في البطاطس على شكل خطوط خضراء خفيفة على طول الحواف في الاوراق الحديثة السن في البرعم الطرفي (شكل ١٦). يموت النسيج الملون، لاتتكشف الاوراق طبيعياً وتأخذ مظهر متجعد. في حالات النقص الشديدة تبقى الاوراق الحديثة في قمة النبات ملتفة وأخيراً تموت القمة. إذا ظهرت براعم مساعدة فانها تسلك في نموها نفس السلوك الأول كما حدث في البرعم الطرفي. يظهر في منطقة النخاع في الدرنة بقع ميتة يكون.لون هذه المناطق في البداية بني منتشراً مع الحزم الوعائية في النهاية الطرفية للساق في الدرنة. تظهر هذه الأعراض على الدرنات الناتجة من نباتات ذات مظهر سليم، هذا يدل على أن الكالسيوم يحصل له نقصاً في مرحلة متأخرة من حياة النبات حيث تكون بداية الاضرار على الدرنة لأنه لايحدث إنتقال للكالسيوم من الاجزاء الهوائية إلى الدرنات. تبقى الدرنات صغيرة وتكون مشوهة.

٢ - البسلة:-

إن نباتات البسلة التي تعاني من نقص الكالسيوم يظهر على وريقاتها وبالقرب من العرق الوسطي بطش حمراء، يموت الساق فجأة وتموت قمم الجذور مؤدياً ذلك إلى مجموع جذري صغير جداً.

٣ - الأشجار المثمرة:-

يظهر على أشجار التفاح التي تعاني من نقص الكالسيوم شحوب ويكون متبوعاً بموت بعض المناطق وتحللها بالقرب من حواف الورقة وأحياناً بين العروق في نصل الورقة. أما في أشجار الخوخ تظهر أعراض نقص الكالسيوم فوراً على المجموع الخضري بداية على الاوراق القاعدية في الفرع الصغير ويظهر بقع متحللة على طول العرق الوسطى، في حالات النقص الشديدة يحدث موت قمم في الفروع.

يظهر مثل تلك الاعراض المذكورة اعلاه على الصنوبر *Pinus taeda* حيث يظهر اصفرار الأبر (الأوراق) يكون متبوعاً بالتلون البني ثم تلتف الأوراق وتصبح صلبة ويكون هناك موت قمم في الجذور.

٤ - الحبوب:-

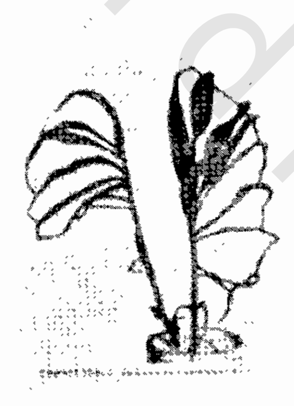
في حالة الحبوب فان اعراض نقص الكالسيوم تظهر بأن تفشل القمم النامية في الخروج من غمد الورقة خاصة في الاشطاءات وكذلك تتأثر أجزاء الزهرة فلايتم تكوينها بشكل سليم. تفشل اوراق نبات الذرة في الانفراد وتظل مطوية وتلتصق قمم الاوراق مع بعضها البعض معطية النبات مظهر السلّم (شكل ١٧). يظهر على النباتات المصابة صبغة خضراء مصفرة قليلاً وتقزم شديد وفي حالات النقص الشديد تموت قمم النبات.

هناك عدة امراض يساهم فيها نقص الكالسيوم مع غيره من الظروف، بعض هذه الأمراض مذكورة بشرح وافٍ في الباب الأول. الأمراض هي:

١ - عفن الطرف الزهري في الطاطم.
٢ - القلب الأسود في الكرفس.
٣ - النقرة المرة في التفاح.
٤ - احتراق القمة في الكرنب.
٥ - ذبول القمة في الكتان.



شكل رقم ١٦: أعراض نقص الكالسيوم على البطاطس.



شكل رقم ١٧: أعراض نقص الكالسيوم على الذرة

٥ - اعراض نقص المغنيسيوم Magnesium- Deficiency Symptomes

إن المغنيسيوم هو المعدن الوحيد الداخل في تركيب جزيء الكلوروفيل وإن وجوده ضرورياً لتركيب هذه الصبغة التي هي اساساً ضرورية لعملية التمثيل الكلوروفيلي بوجود الضوء. كذلك فان أيونات المغنيسيوم تربط أجزاء الرايبوسومات مع بعضها البعض المحتوية على الحمض النووي RNA والبروتين. كذلك فان المغنيسيوم حيوي وهام في النظام الأنزيمي المتعلق بجميع عمليات تمثيل الفسفور وتحويله إل مركبات عضوية ويدخل في واحد أو أكثر من تفاعلات الفسفرة في البناء الضوئي Photosynthetic Phosphorylation، كذلك فان المغنيسيوم ينشط مجموعات (SH-) الموجودة في أنزيمات الفسفوكاينيز. وكذلك يلعب المغنيسيوم دوراً بمصاحبة نيوكليتيدات الأدنين في عمليات الاسترة للفسفات في ATP. وهذه أول خطوة في ربط الفسفور في سلسلة الببتيدات في الميتوكندريا. كذلك فان الفسفور يعمل كعامل مساعد في أدنين كاينيز (AK) والتي تساعد في تفاعل $2\ ADP \rightarrow ATP + AMP$ إن المغنيسيوم يعمل كحامل للفسفور خلال تكوين الزيت.

إن الطريقة التي يتوفر فيها المغنيسيوم في التربة تشبه تماماً الطريقة التي يتوفر فيها الكالسيوم، فهو يوجد على شكل كربونات، ويوجد في التربة على شكل قاعدة متبادلة ويغسل من التربة بسهولة لذلك يحدث نقصه في الأراضي الرملية خلال الأمطار او الرطوبة العالية، وفي الأراضي قليلة الحموضة.

يحدث نقص المغنيسيوم عادة تحت الظروف التي يحدث فيها نقص كالسيوم او يكون هناك مشاكل في توفر الكالسيوم في التربة، وبمعنى آخر يجب اصلاح نقص الكالسيوم اولاً ثم بعد ذلك نبدأ في اصلاح نقص المغنيسيوم.

يمكن ملاحظة نقص المغنيسيوم في كثير من الأراضي عن طريق اضافة أسمدة بوتاسيه خاصة كبريتات البوتاسيوم (K_2SO_4).

ونظراً لأن المغنيسيوم مرتبط في بناء جزيء الكلوروفيل فان أعراض النقص تكون على شكل شحوب حيث يتوقف بناء الكلوروفيل ويتبع ذلك ظهور الشحوب ويكون مصحوباً بصبغات

لامعة برتقالية أو حمراء تظهر على الأوراق المتقدمة في السن اولاً. كلما تقدمت الاضرار باتجاه النموات الحديثة فان النموات القديمة تتأثر كثيراً فتنبل الأوراق وتسقط. يبقى اللون الأخضر العادي في العروق او قريباً منها لمدة معينة، بينما بقية نصل الورقة يصبح أخضر باهت ثم يتحول إلى لون مصفر برتقالي او أبيض تماماً. عندما يحدث نقص المغنيسيوم في النباتات الحولية في مرحلة متأخرة من النمو يمكن أن لايحدث إنخفاض في الانتاج ولكن في النباتات المعمرة مثل أشجار الفاكهة فان الفترة الطويلة التي يعاني منها النبات في نقص المغنيسيوم تؤدي إلى تقزم النمو وأخيراً تصبح الشجرة عديمة الفائدة.

وفيما يلي وصف تفصيلي لنقص المغنيسيوم في بعض النباتات الاقتصادية:

١ - الحبوب:-

تظهر اعراض نقص المغنيسيوم في الحبوب على المجموع الخضري بحيث يصبح لونه أخضر مصفر بمناطق طولية خضراء باهتة إلى مبرقشة بيضاء بين العروق في الاوراق. غالباً ما تصبح قمم الأوراق محمرة وملتفة إلى الداخل. يظهر على اوراق الذرة الشامي خطوط ميتة متحللة متقطعة مع وجود بعض الصبغات الحمراء أو الارجوانية على الورقة. أما في الشعير فتظهر حواف الأوراق القديمة ذات مناطق متحللة. أما في الرز فان نقص المغنيسيوم يسبب المرض المسمى القمة البيضاء في الرز White Tip of Rice، وأعراضه عبارة عن مناطق شاحبة بيضاء تظهر على قمم الأوراق وتمتد إلى الخلف مغطية حوالي نصف نصل الورقة، في أثناء ذلك تجف القمم وتتشوه السنبلة وتصبح عقيمة وذات حبوب قليلة. أما في الراي فان أعراض نقص المغنيسيوم تكون مشابهة تماماً لما هو في الذرة الشامي ولكن هنا يفشل نصل الورقة في ان ينفرد كله وبالتالي فان الأوراق المتكونة حديثاً تبقى متماسكة ومغلقة. يمكن ظهور صبغات حمراء في قاعدة القش وفي مركز العقد (شكل ١٨). يظهر في جميع النجيليات موت ونبول الأوراق القديمة.

٢ - البقوليات:-

تظهر اعراض نقص المغنيسيوم في كثير من البقوليات على شكل شحوب في الأوراق المتقدمة في السن وينكشف في المناطق المركزية من الأوراق نظام موت وتحلل الخلايا بين

العروق. تبقى حواف الأوراق خضراء ثم تصبح متلونة. تظهر اعراض نقص المغنيسيوم في فول الصويا في المراحل المبكرة على شكل مناطق خضراء شاحبة بين العروق الرئيسية في الورقة، بينما العروق الرئيسية والمناطق المجاورة لها تبقى خضراء. تميل الاوراق السفلية لأن تتأثر أولاً، عادة يبدأ الشحوب على قمة وحواف الأوراق القديمة ثم بعد ذلك ينتشر إلى الداخل وإلى أسفل وأيضاً إلى الأوراق الحديثة، في المراحل الأخيرة من النمو فإن نقص المغنيسيوم يعطى مظهر النضج المبكر. يظهر تجعد إلى أسفل في حواف الورقة ويبدأ اصفرار تدريجى من الحواف إلى الداخل ثم بعد ذلك يظهر لون برنزي يغطي كامل سطح الورقة.

٣ - البطاطس:-

تظهر أعراض نقص المغنيسيوم في البطاطس على المجموع الخضري، يكون اللون الأخضر أقل من المفروض أن يكون. تتأثر الأوراق السفلية أولاً نظراً لأن بعض المغنيسيوم يكون قد سُحب ليستعمل بواسطة النموات الحديثة. في حالات النقص المتوسطة فان الأوراق السفلية فقط هي التي تُظهر الاعراض، بينما النموات الحديثة تبدو سليمة. يبدأ فقدان اللون الأخضر في قمة وحواف الأوراق السفلية ويتقدم بين العروق باتجاه مركز الوريقات. في الأطوار المتقدمة من نقص العنصر فإن الاجزاء المركزية من بعض الوريقات تصبح شاحبة بين العروق وأخيراً تمتلىء بأجزاء صغيرة بنية ميتة. تتكسر الأنسجة وتفقد اللون وهذا يبدأ من قمم الاوراق، والوريقات القمية هى الأكثر تأثراً (شكل ١٩). إن الاوراق السفلية في النباتات التي تعاني من نقص المغنيسيوم تكون هشة، وهذا يساعد في تمييزها عن الأوراق المصفرة طبيعياً نظراً لتقدم النبات في السن.

٤ - القطن:-

تتميز اعراض نقص المغنيسيوم في القطن بظهور الأوراق بلون أحمر أرجواني مع بقاء العروق خضراء وفي نهاية الموسم يكون، احياناً، هناك صعوبة في التمييز بين لون الاوراق التي تعاني من نقص المغنيسيوم ولون الاوراق التي تقدم بها السن او نضجت، إلا أن عين الخبير تميز الاوراق المتقدمة في السن بأنها تميل إلى اللون الأحمر البرتقالي عنه إلى اللون الاحمر الارجواني في الأوراق التي تعاني من النقص (شكل ٢٠).

٥ - الطماطم:-

تظهر اعراض نقص المغنيسيوم على الطماطم بحيث تكون الأوراق الحديثة هشة سهلة القصف وتميل لأن تتجعد إلى أعلى. تبقى العروق خضراء داكنة بينما المساحات بينها تصبح صفراء وتزداد كثافة اللون الأصفر كلما بعدت المسافة عن العرق، أخيراً يتحول إلى اللون البني ويتكسر. تكون الاعراض اكثر إنتشاراً في الاوراق المتقدمة بالسن في النباتات الكاملة النمو. عندما تبدأ الثمار في التكشف تزداد شدة الأعراض. يظهر بعض الاضطرابات في النمو على الثمرة والساق (شكل ٢١).

٦ - الكرنب واللفت والجزر:

في المراحل الأولى من نقص المغنيسيوم في الكرنب تظهر الأعراض واضحة على شكل اصفرار متبرقش ويظهر التجعد على الأوراق السفلية وفي الاطوار المتقدمة تزداد شدة التبرقش والذي يتحول إلى لون أبيض برنزي. يظهر مناطق صفراء باهتة حول أطراف الأوراق وفي مركز الورقة، هذه المناطق تموت ولاتلبث أن تسقط. أما المناطق البيضاء والصفراء على حواف الأوراق تتحول إلى لون بني عندما يكون النقص شديداً جداً.

أما في اللفت تأخذ الأوراق اللون البني وتظهر مناطق ممزقة في حواف الورقة لاتلبث أن تجف وتسقط أما المناطق الداخلية في الورقة تبقى صفراء مبرقشة (شكل ٢٢).

أما في الجزر فيتميز نقص المغنيسيوم باعطاء مجموع خضري نو لون أصفر فاتح او نو تبقع بني على قمم الأوراق او في فصوص الوريقات.

٧ - البصل:-

تكون اولى اعراض نقص المغنيسيوم على البصل النامي في المزارع الرملية، عبارة عن تكشف مناطق ذات شكل بيضاوي غير منتظم بالقرب من أطراف الاوراق غالباً ماتكون بيضاء اللون والتي أخيراً تختفي وتتحطم الأنسجة المصابة.

٨ - البنجر:-

تظهر اعراض نقص المغنيسيوم على البنجر على المجموع الخضري على شكل بطش شاحبة بين العروق تبدأ من قمم وحواف الأوراق، تظهر أولاً على الأوراق القديمة ومنها إلى الأوراق الأحدث، كلما زادت شدة النقص يتقدم الشحوب إلى الداخل من الأطراف ويظهر فصوص كبيرة بين العروق الخضراء وكلما تقدم النبات في النمو فإن المناطق الصفراء تصبح ميتة ومتحللة ويبدأ ذلك من أطراف الورقة ثم بعد ذلك يمتد بين العروق. يمكن أن تذبل الأوراق القديمة وتسقط عن النبات. تكون هذه الاعراض اكثر وضوحاً عنه في حالة الاعراض المتسببة عن نقص البوتاسيوم.

احياناً يحدث التباس بين نقص المغنيسيوم والاصفرار الناتج عن الاصابة الفيروسية في بعض مراحل التكشف، إلا أنه يمكن تمييز الاصابة الفيروسية بأن الاصفرار يظهر على شكل بطش غير منتظمة وموزع على سطح الورقة وتكون الأوراق سميكة وهشة.

٩ - بعض التفاحيات واللوزيات والعنبية:-

تظهر اعراض نقص المغنيسيوم في التفاح، الكمثرى، الكرز، الخوخ، البرقوق والعنبية على شكل جزر شاحبة بين العروق وتظهر مناطق ميتة تبدأ بين العروق الرئيسية الجانبية وبين حواف الورقة وعنقها هذا يؤدي إلى مظهر (Herring- bone) عظم الرنجة الذي يظهر على الأوراق القديمة. يظهر الاصفرار في البداية على أصغر العروق في شبكة العروق في الورقة القديمة، هذه المناطق الصفراء (نموذجية في معظم الأنواع) يمكن أن تصبح ملونة او تتحلل دون أن تمر في طور الشحوب. تنخفض شدة الاعراض من القاعدة إلى قمة الأوراق على الفرع وتزداد باتجاه الطرف في نهاية موسم النمو. تفقد النباتات المصابة كثيراً من اوراقها المصابة مبكراً ويمكن أن تنضج الثمار مبكراً وتسقط.

كثيراً مايظهر شكل حرف (V) حول العرق الوسطي وتكون قمة الحرف باتجاة قمة الورقة وإن المناطق الداخلة في حرف (V) تكون خضراء اما التي هي في خارجه تصبح صفراء ذات

صبغات او متحللة. أما في العنبية فتظهر حواف الورقة محاطة باللون الأخضر والمناطق البعيدة تكون ذات لون أصفر وهذا يعطي الورقة شكل شجرة عيد الميلاد.

تكون المناطق المتقرحة مسودة تقريباً في الكمثرى والكرز، صفراء إلى بنية في التفاح، ولكن شكل (V) يكون اكثر وضوحاً في البرقوق، الخوخ وبدرجات مختلفة (شكل ٢٣) من صبغات صفراء، حمراء أو ارجوانية خارج حرف (V). في المراحل المتأخرة تتكسر البقع المتحللة وتسقط تاركة ثقوب في الأوراق او يمكن أن يشمل التثقب جميع أنسجة الورقة إلى الحواف وفي المراحل الأخيرة تكون الأعراض مشابهة لأعراض نقص البوتاسيوم.

١٠- الحمضيات:

تظهر اعراض نقص المغنيسيوم على اوراق الحمضيات في أي موسم من السنة ولكن بشكل عام فان الأعراض تظهر في أواخر الصيف او الخريف عندما تبدأ الثمار في النضج. تبدأ الأعراض في الظهور على شكل بطش صفراء غير منتظمة تبدأ على طول العرق الوسطى وأخيراً تتحد مع بعضها لتشكل أشرطة صفراء غير منتظمة على كل وجه. تتسع هذه الأشرطة بحيث تشمل جميع سطح الورقة باستثناء القمة والقاعدة اللتان تبقيان خضراوتان. يظهر شكل حرف (٨) إلى حد ما على العروق الوسطى ويكون هذا المظهر ذو لون أخضر إلى أصفر ولايتبع نظام ثابت. أما في حالات النقص الشديدة فأن الأوراق تصبح كلها صفراء وتسقط. إما إذا كان النقص متوسطاً فان الأوراق تبقى على الشجرة لمدة طويلة. كذلك فان النقص الشديد يؤدي إلى خفض نوعية وكمية الانتاج ويقل محتوى الثمرة من المواد الذائبة والاحماض والفيتامينات خاصة فيتامين C. يحدث نقص للصبغات في الثمرة وتظهر الثمرة بلون أصفر خفيف او برتقالي شاحب، يحدث تساقط الثمار بشكل خاص في البرتقال. تكون الأشجار التي تعاني من نقص المغنيسيوم اكثر تأثيراً باضرار البرد.

١١- الصنوبر:

تظهر أعراض نقص المغنيسيوم في الصنوبر على شكل اصفرار الأوراق الأبرية القديمة يتبع ذلك تلونها باللون البني ثم تموت ويسمى هذا المرض اصفرار قمة أشجار الصنوبر. تبقى

الأشجار المتأثرة كثيراً بنقص العنصر ذات أفرع طويلة تحمل على قمتها خصلات خضراء من الأفرع الصغيرة.

١٢- الــدخــان:

يسبب نقص المغنيسيوم في الدخان المرض المسمى مرض الرمال وفيما يلي شرح مفصل لهذا المرض.

مـرض الرمـال
Sand Drown of Tobacco

أعطي هذا الاسم للأعراض التى تظهر على نبات الدخان نتيجة نقص المغنيسيوم، ولأن هذا المرض يحدث في الأراضي الرملية التي يكون قد غُسل منها المغنيسيوم نتيجة كثرة الامطار الغزيرة. كانت أول ملاحظة لهذا المرض في ولاية كارولينا الشمالية في أمريكا سنة ١٩١٢.

الأعــراض:-

تعرف الأعراض بواسطة الشحوب الذي يبدأ على قمم الأوراق السفلية القريبة من سطح الأرض، يتقدم الشحوب في الورقة حتى يشمل جميع سطح الورقة، في حالات الاصابة الشديدة يكون النبات كله شاحباً ومتقزماً. يتقدم الشحوب من القمة إلى القاعدة ومن الحواف إلى جهة مركز الورقة. يكون التلون غير كامل ولكن العروق وبعض الأنسجة القريبة منها تبقى محتفظة إلى حد ما باللون الاخضر الطبيعي، وبالتالي فان الأوراق التي تعاني من نقص العنصر تبدو عليها ظاهرة التبرقش. تصبح الأنسجة المصابة داكنة، صفراء باهتة، او في حالات النقص الشديد تصبح بيضاء تماماً، كذلك فان الصبغات الخضراء او الصفراء تتأثر. تصل اوراق النبات إلى حجمها الطبيعي، تكون الأوراق المأخوذة من النباتات المريضة رقيقة وذات وزن أقل من تلك المأخوذة من النباتات السليمة. عند نضج الأوراق المريضة يلاحظ فرق في طعم الدخان وكذلك في شكل الورقة ومدة بقاؤها على النبات عنها في الأوراق السليمة.

يخفض المرض من نوعية الأوراق. أما الأوراق المستعملة في صنع السيجار تكون ذات رماد داكن (شكل ٢٤).

يجب ملاحظة أن الدخان يصاب بعدة مسببات تؤدي إلى حدوث الشحوب والتي يجب تمييزها عن مرض الرمال وهي:

١ – الشحوب الناتج عن نقص البوتاسيوم.

٢ – الشحوب الناتج عن نقص الكبريت.

٣ – الشحوب الناتج عن الاصابات الطفيلية وخاصة الاصابة الفيروسية.

٤ – ظاهرة التلون Frenching.

يمكن تمييز الشحوب الناتج عن نقص البوتاسيوم عن مرض الرمال وذلك بتجعد الأوراق وبصفة إنحناء حواف الأوراق إلى أسفل معطية المظهر المسمى اطار القيد Rim bound وعن طريق الظهور الفوري للبقع الميتة الصغيرة في الأوراق المصابة.

إما نقص الكبريت فيمكن تمييزه بان يكون لون جميع الورقة ذو ظل خفيف أخضر في العرق الوسطي والعروق الصغيرة والمسافات بين العروق تكون متماثلة في اللون.

إما في حالة الاصابة الفيروسية فان التبرقش الموزايكى يكون موزعاً بانتظام فوق سطح الورقة ويظهر في الأنسجة حديثة النمو.

اما في ظاهرة التلون المسماه Frenching فيكون تبرقش الأوراق مشابهاً إلى حد ما مرض الرمال ولكن تكون الاوراق أصغر وأضيق منها في الحالة العادية.

الوقاية من مرض الرمال:

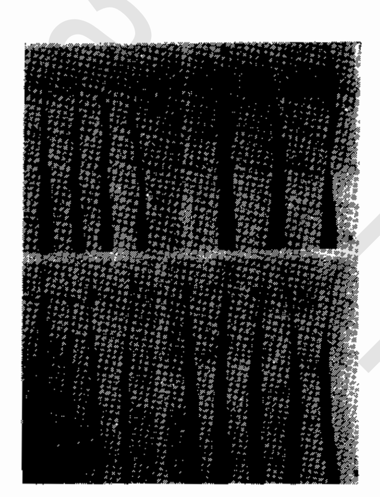
يمكن منع حدوث مرض الرمال في الدخان وذلك باستعمال أسمدة بطريقة تمنع حدوث نقص المغنيسيوم واليك بعض الطرق المهمة.

١ - يجب عدم استعمال الاسمدة البوتاسية النقية مالم تزود بمواد تحتوي المغنيسيوم.

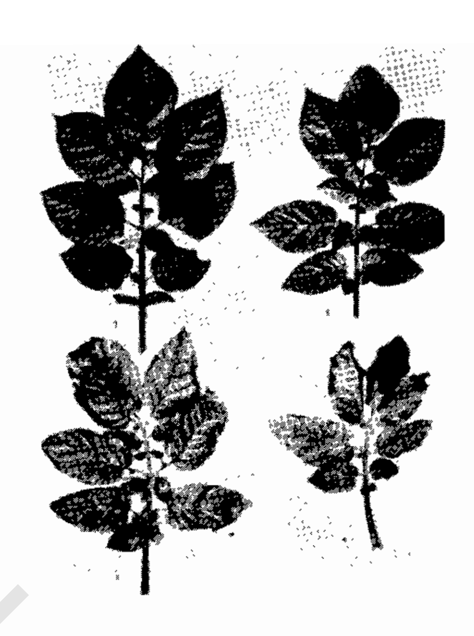
٢ - يجب استعمال الاسمدة المحتوية على مغنيسيوم في الأراضي الرملية المعرضة لحدوث نقص العنصر.

٣ - عند استعمال أسمدة فيها كبريتات البوتاسيوم او كبريتات الأمونيوم، عندها يجب استعمال الجير والاسمدة ذات محتوي من المغنيسيوم.

٤ - بشكل عام فانه بالنسبة لجميع النباتات التي تعاني من نقص المغنيسيوم يمكن رشها بكبريتات المغنيسيوم وذلك على شكل اسعافات سريعة مع اضافة عامل البلل 1% Mg SO_4+ Waiting agent. اما في الأراضي التي تعاني من نقص المغنيسيوم فيضاف إليها الحجر الجيري الدولومايتي Dolomatic lime Stone وعندما تكون كميات الجير الكثيرة غير مرغوبة كما هو الحال في الأراضي التي ستزرع بطاطس، عندها يمكن استعمال كبريتات المغنيسيوم او إستعمال Dolomatic hydrate of lime رشاً مع مخلوط بوردو.



شكل رقم ١٨: في الشكل A أعراض نقص النيتروجين، B أعراض نقص الفسفور، C أعراض نقص المغنيسيوم، D اعراض نقص البوتاسيوم على الذرة.



شكل رقم ١٩: أعراض نقص المغنيسيوم على البطاطس.





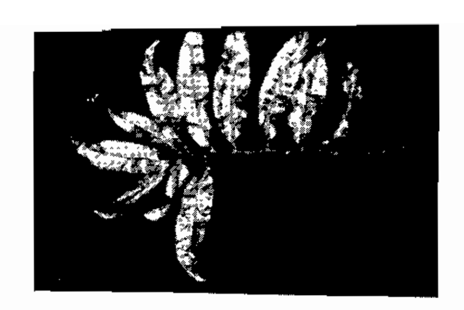
شكل رقم ٢٠: أعراض نقص المغنيسيوم على القطن. العلوي على الأوراق، الورقة التي على الشمال عادية. أما الشكل السفلي فهو أعراض النقص على النبات في الحقل.

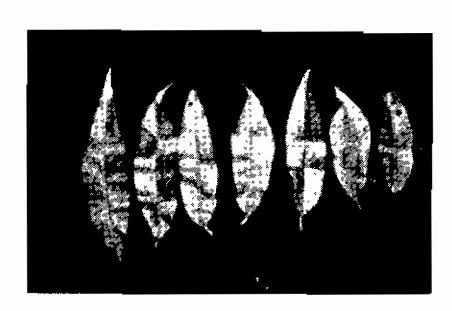


شكل رقم ٢١: أعراض نقص المغنيسيوم على الطماطم.



شكل رقم ٢٢: أعراض نقص المغنيسيوم على اللفت





شكل رقم ٢٣: أعراض نقص المغنيسيوم على الخوخ. الشكل العلوي على الشجرة أما السفلي فهو على الأوراق.



شكل رقم ٢٤: أعراض نقص المغنيسيوم على الدخان (مرض الرمال).

٦ - أعراض نقص الكبريت Sulphur - Deficiency Symptoms

يعتبر الكبريت من مكونات الاحماض الأمينية Systine السستين والمثيونين Methionine والسستئين Systeane، وبالتالي يعتبر الكبريت من العناصر الحيوية في تركيب البروتين ومطلوب بكميات كبيرة إلى حد ما. يوجد الكبريت أيضاً في الهرمونات النباتية مثل الثيامين والبيوتين وكذلك يوجد في المركبات المتطايرة مثل زيت المسطردة. يساعد الكبريت في بناء الزيوت ويبدو أنه يكون مساعداً في بناء الكلوروفيل وهو أساسي في تكشف العقد الجذرية وتثبيت النيتروجين في جذور البقوليات.

يدخل الكبريت في تركيب بعض المواد الموجودة داخل الخلية مثل allyl sulphide في أبصال البصل، ومادة السنجرين Singrin (وهي مادة غلايكوسيدة) في المستردة وبعض الصليبيات الأخرى، وكذلك في مادة allyl thiocyanate في كثير من خلايا النبات.

يوجد الكبريت في التربة على شكل عضوي وغير عضوي. الشكل غير العضوي للكبريت يوجد اساساً على شكل كبريتات ولكن الكبريتيد Sulphide يمكن أن يتجمع عندما تكون الظروف ملائمة لتفاعلات الاختزال لأن تأخذ مجراها. يمكن لمركبات الكبريت أن تتغير من شكل إلى آخر في التربة بواسطة بعض البكتيريا، تكون النواتج النهائية لهذه التفاعلات في شكل كبريتات عندما تكون الظروف ملائمة للأكسدة، وبالتالي فانه إذا أضيف عنصر الكبريت إلى التربة فيمكن أن يتأكسد بسرعة إلى حمض الكبريت وهذا التفاعل يستعمل في معاملة الأراضي القلوية لخفض رقم الحموضة فيها.

تعتبر كبريتات الكبريت من المكونات الهامة في محلول التربة وهي بهذا الشكل فان الكبريت يتحرك بسهولة خلال التربة ويكون متوفراً للنبات. إن إنتشار الكبريت في الصخور والمواد العضوية وحركته في التربة هي الأسباب التي تؤدي إلى ندرة حدوث نقص للكبريت في المحاصيل. تكون أعراض نقص الكبريت بشكل عام على كل النباتات كالآتي:

١ - يحدث اصفرار في الأوراق الحديثة في الاطوار المبكرة من تطورها وظهورها على النبات، أما في الأوراق المتقدمة في السن فتصبح ذات لون أخضر باهت.

٢ – تصبح عروق الأوراق ذات لون أخضر خفيف عنه من لون الأنسجة التي بين العروق وتسمى جزر بين العروق، وهذه الأعراض عكس تلك التي تظهرها أعراض نقص كل من المغنيسيوم، المنغنيز والحديد.

٣ – تكون النباتات قصيرة وتموت بعض المناطق على قاعدة النبات بعد أن يصبح لونها ارجواني.

٤ – تموت البراعم الطرفية ويظهر أعراض موت القمم في الاغصان.

يمكن القول بأن أعراض نقص الكبريت تشابه كثيراً أعراض نقص النيتروجين من حيث صغر حجم الورقة، تقزم النمو، الاصفرار، تكشف صبغات برتقالية إلى أرجوانية وتأخر النضج، ولكنها تخلف مع نقص النيتروجين في أن نقص الكبريت يكون عادة اكثر ظهوراً على النموات الحديثة. يتعوق تكوين الكلوروفيل وبالتالي فان بعض النباتات مثل الحمضيات، الدخان، القطن، فول الصويا والطماطم تبقى خضراء باهتة. تصبح الأوراق صفراء باهتة إلى مبيضة وتتحول إلى اللون الارجواني الباهت في المراحل الأخيرة من النمو. وفيما يلي وصف تفصيلي لنقص الكبريت على بعض النباتات الاقتصادية.

ا – الشاي:-

من أشهر الأمراض التي يسببها نقص الكبريت على الشاي هو مرض اصفرار الشاي Tea yellows. يمكن تمييز حقول الشاي التي تعاني من نقص الكبريت بالمظهر الأخضر المصفر نظراً لضعف تكشف الكلوروفيل ويأخذ النبات اللون الأخضر الباهت إلى اللون الأصفر ويحدث تبرقش في منطقة بين العروق في الأوراق ويتحدد هذا التبرقش بشبكة من العروق الخضراء. يصغر حجم الأوراق وتصبح ملفوفة إلى الداخل من الأعلى وتكون الأوراق صلبة وهشة وتكون في النهاية شاحبة ويظهر بقع ميتة ومتحللة على قمم وحواف الأوراق وتتحول إلى اللون البني الغامق. تكون السلاميات قصيرة وتصبح السيقان رقيقة وضعيفة وتعاني من تساقط الأوراق حتى يبقى مجموعة صغيرة من الأوراق على شكل خصلة في قمة الفرع. يتكشف من البراعم الجانبية تفرعات متقزمة بأوراق صغيرة جداً ويحدث موت في القمم بشكل كبير ويتبع ذلك موت الشجيرات.

٢ - القطن:-

عندما ينمو القطن في تربة تعاني من نقص الكبريت، فان الأوراق التي تكون على قمم النباتات تصبح اكثر إصفراراً كلما تقدم النمو، بينما تبقى الاوراق المتقدمة في السن خضراء وهذا يمكن تميزه عن الاصفرار الناتج عن نقص النيتروجين والذي يبدأ أولاً على الأوراق المتقدمة في السن بالقرب من قاعدة النبات وتمتد إلى أعلى في الساق. إن هذا الإختلاف قد يعزى إلى حقيقة أن الكبريت على عكس النيتروجين لايكون جاهزاً للانتقال إلى النموات الحديثة.

إن نقص الكبريت غير مشابه لنقص النيتروجين في تأثيره على حجم لوزات القطن، وبالتالي يكون نقص المحصول راجعاً لصغر حجم النبات وليس إلى صغر اللوزة (شكل ٢٥).

٣ - الدخان:-

تظهر اعراض نقص الكبريت في الدخان بظهور لون أخضر خفيف على اوراق النبات بشكل عام وتميل الأوراق الحديثة لأن تصبح أخف من تلك القديمة. لايفقد النبات اوراقه السفلية عن طريق احتراقها كما هو الحال في نقص النيتروجين، وهذه ملاحظة هامة يجب مراعاتها عند التفريق او التمييز بين نقص الكبريت ونقص النيتروجين وبشكل عام يمكن القول أن أعراض نقص الكبريت تظهر على نبات الدخان في مراحل النمو المبكرة فقط (شكل ٢٦).

٤ - الطماطم:-

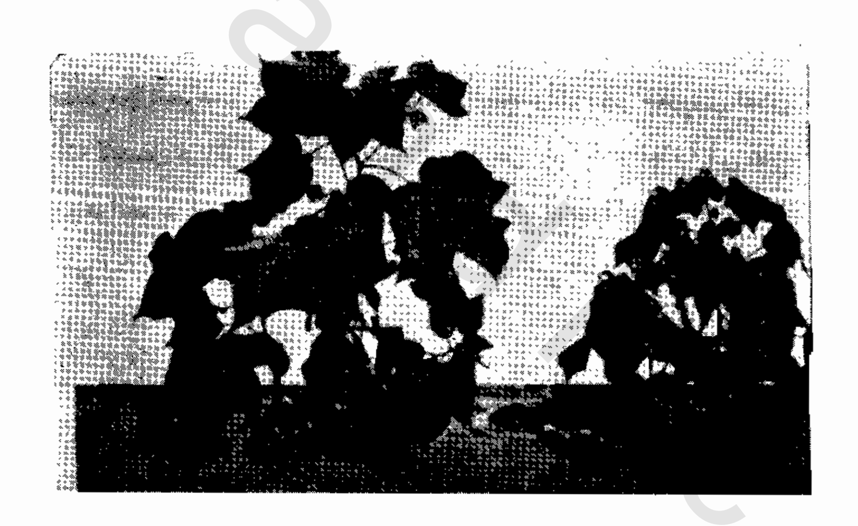
تظهر أعراض نقص الكبريت على الطماطم في المزارع الرملية او المزارع المائية حيث تتكشف الاعراض ببطء، تكون هذه النباتات مشابهة في مظهرها لتلك النباتات التي حصلت على كمية غير كافية من الأسمدة النيتروجينية. تصبح الأوراق السفلية خضراء مصفرة، السيقان صلبة وخشبية نتيجة لسمك الخلايا الكولنشيمية والخشب والالياف. تكون الجذور متكشفة ومنتشرة ولكنها تكون ذات مقطع صغير وكذلك السيقان تكون ذات مقطع صغير، مثل

هذه النباتات تكون ذات محتوى عالٍ من الكربوهيدرات واحياناً من النيتروجين. يكون هناك طاقة في استطالة الساق في النباتات التي تعاني من نقص الكبريت والتي لاتحدث في حالة النباتات النامية في بيئة تعاني من نقص النيتروجين، الفسفور او البوتاسيوم.

٥ - الرز - فول الصويا، عباد الشمس، اللفت والفجل:-

تكون اعراض نقص الكبريت على شكل صفر في الوريقات الموجودة في الجزء العلوي من المجموع الخضري، وتكون الأوراق خضراء مصفرة. تكون السيقان نحيفة، صلبة وعارية نتيجة تساقط الجزء السفلي من الأوراق لكن تظهر الاعراض على نباتات القهوة والفول على شكل اصفرار وتحدب الأوراق وصفر ونحافة الجذور.

إن الدراسة الهستولوجية لبعض النباتات التى تعاني من نقص الكبريت أظهرت أن الأوراق الصغيرة الصفراء لها خلايا بلاستيدية قليلة وغير مميزة. أما في مراحل الشحوب الأولية فان الكلوروبلاست ينخفض في الحجم والعدد ويتحلل كلية في الأطوار المتأخرة.



شكل رقم ٢٥: أعراض نقص الكبريت على القطن. في الشمال نبات لايعاني من النقص اما في اليمين نبات يعاني.



شكل رقم ٢٦: أعراض نقص الكبريت على الدخان. A نبات لايعاني من النقص أما شكل B فهو نبات يعاني من نقص الكبريت.

٧ - اعراض نقص الحديد Iron - Deficiency Symptoms

إن الحديد من العناصر الأساسية للنباتات الخضراء، فهو ضروري لتكوين الكلوروفيل بالرغم من أنه لايدخل في تركيبه. لقد أعتبر الحديد من المركبات الهامة في عديد من أنزيمات الأكسدة. يوجد الحديد في الخلايا الحية اساساً على شكل بورفايرنيز Porphyrins أو هيميز Hemes والتي يكون وجودها ضرورياً كمساعدات في عدد من التفاعلات. إن كلاً من البيروكسيديز والكاتلييزز في النباتات هي بورفرين الحديد - تحتوي أنزيمات تساعد في التفاعلات التي يكون فيها فوق اكسيد الهيدروجين هو الالكترون المستقبل. ومن المفروض أيضاً أن الطاقة التنفسية المطلوبة لامتصاص الأملاح وتراكمها في النبات تشمل أنزيمات محتوية على هيم Heme.

يعتبر الحديد بأنه الداخل أساساً في تكوين كلوروبلاست البروتين في الأوراق. كذلك فان الحديد عامل مساعد في تكوين الكلوروفيل وهو يؤثر في معقد بروتين بورفايرين الحديد والذي

يعمل كحامل للاكسجين وناقل للالكترونات ومنشط للاكسجين. بالتالي فان نقص الحديد يسبب نقصاً في حجم البلاستيدات الخضراء ويقلل الكلوروفيل وبالتالي يخفض عملية التمثيل الضوئي.

يرجع نقص الحديد عادة إلى قلة ذوبانه في صورة قابلة للامتصاص عنه في غيابه الحقيقي. وبشكل عام فان هناك كميات كبيرة من الحديد في حالة ذائبة في الأراضي الحمضية اكثر منها في الأراضي القلوية او المتعادلة.

إن من أهم أعراض نقص الحديد هو الشحوب كنتيجة لقلة تكوين الكلوروفيل. ومع أن هذا الشحوب يكون غالباً نتيجة نقص الحديد، إلا أنه احياناً يظهر في الأوراق التي تحتوي على حديد اكثر من الأوراق الخضراء السليمة، ولكن في هذه الحالة يكون الحديد موجوداً بصورة غير قابلة للامتصاص في الأنسجة الشاحبة. تكون مركبات الحديد ذات فعالية ونشاطاً على حالة حديدوز Ferres ونادراً مايمتص ويستعمل على حالة حديديك Ferric وكثيراً منه يختزل بسرعة في الخلايا. إن السرعة التي يختزل بها الحديد في الخلايا يبدو أنها تتأثر بكمية المنغنيز في الخلية.

إن نوع الحديد في التربة ومدى توفره للنباتات يعتمد بشكل كبير على المعادن الاصلية التي إنحدر منها الحديد. يكون الحديد متوفراً عادة في الاراضي الحمضية باستثناء الحالة التي يتوفر فيها الفسفات بكميات كبيرة. عندما يكون رقم الحموضة أقل من (٥) يتكون معقد من فسفات الحديد وهذه تذوب بنسبة قليلة جداً وإن كلاً من الفسفات والحديد تصبح غير متوفرة للنبات. إن الشكل الذي يوجد عليه الحديد هو مهم ليس فقط للامتصاص ولكن لتمثيله بعد دخوله إلى النبات. يكون الحديد أكثر نقصاً في الأراضي القلوية والجيرية في المناطق الجافة ونصف الجافة حيث تكون كمية الحديد الذائب والمتوفرة للنبات قليلة. إن الحديد القابل للتبادل في الأراضي الكلسية وغيرها ذات رقم الحموضة اعلى من (٨) يمكن أن يكون منخفضاً جداً بحيث لاتستطيع النباتات أن تمتص الكمية الكافية للنمو الطبيعي للنبات. تظهر اعراض نقص الحديد عادة في المناطق ذات رقم الحموضة المرتفع او التي تحوي على عدم توازن معدني بحيث يصبح الحديد غير متوفر للامتصاص من قبل النبات عنه من أن يكون غير موجود حقيقة.

إن الأعراض المرئية الرئيسية لنقص الحديد هي الاصفرار والشحوب وبرقشة الورقة بشكل خاص في النموات الحديثة. في حالات النقص الشديدة فان جميع اللون الأخضر في الورقة يمكن أن يختفي. في محاصيل الفاكهة يتبع الشحوب موت القمم ثم موت الشجرة. وبشكل عام يصبح المجموع الخضري أصفر ضعيف الحيوية وغير قادر على الانتاج. تبقى العروق ذات لون أخضر لامع مفعمة بالحيوية على العكس من نصل الورقة وهذه صفة مميزة لنقص الحديد. عندما تقارب النموات الحديثة أن تصبح بيضاء فان العروق الكبيرة تستعيد لونها الأخضر، كلما إشتد الشحوب فإن حواف الورقة تصبح شاحبة أيضاً ويحدث موت قمم في الأغصان. كثيراً مايكون الشحوب مقصوراً على الأوراق الحديثة من الفروع الجديدة، ولكن إذا استهلك جميع الحديد المتوفر في التربة فان الأعراض تتقدم وتغطي جميع الشجرة. تسقط الأوراق ويحدث موت قمم في الأغصان.

تكون أعراض نقص الحديد اكثر إنتشاراً في الأشجار المثمرة عنه في الخضروات وبالاضافة إلى الأعراض السابقة، يحدث في الأشجار احتراق حواف الأوراق في حالات النقص الشديدة. إن هذه الأعراض التي تحدث في الأراضي ذات المستوى العال من الجير تسمى عادة شحوب الحديد او الشحوب الناتج من الحديد Iron chlorsis أو Lime induced chlorosis. كما في فول الصويا (شكل ٢٧).

وفيما يلي وصف تفصيلي لاعراض نقص الحديد في النباتات الاقتصادية الهامة:

١ - الحمضيات:

بالاضافة لما سبق ذكره في الاعراض العامة لنقص الحديد، يظهر في الحمضيات، في العروق الصغيرة المتفرعة من العرق الرئيسي في الورقة لون أخضر داكن وتأخذ الورقة مظهر الريشة وكلما تقدمت الورقة بالاتساع تصبح رقيقة ونصف شفافة، ويصغر حجمها ولكن ليس بشكل كبير كما في حالة نقص الزنك. في حالات النقص الشديدة فان الأوراق المتكونة حديثاً تصبح بيضاء تماماً باستثناء خيوط خضراء باهتة على طول العروق ونادراً ماتصل الأوراق

إلى الحجم الكامل وإذا ما استطاعت الشجرة أن تتحصل على نسبة بسيطة من الحديد فان الورقة يصبح بها شبكة من اللون الأخضر. تموت الأشجار خاصة من ناحية الجهة المعرضة للشمس.

٢ - الذرة والسورجوم:-

يعتبر السورجوم نبات كاشف لنقص الحديد ويتميز بوضوح بالشحوب بين العروق او الخطوط الشاحبة التي تمتد على طول الأوراق (شكل ٢٨). يبدأ الشحوب على الأوراق الخارجية ويصبح النبات أبيض ولايلبث أن يموت. أما الذرة فانها أقل حساسية من السورجوم بالنسبة لنقص الحديد. اما الحبوب والنجيليات الآخرى فتكون الأعراض متداخلة مع نقص بعض العناصر الأخرى.

٣ - الثمار:

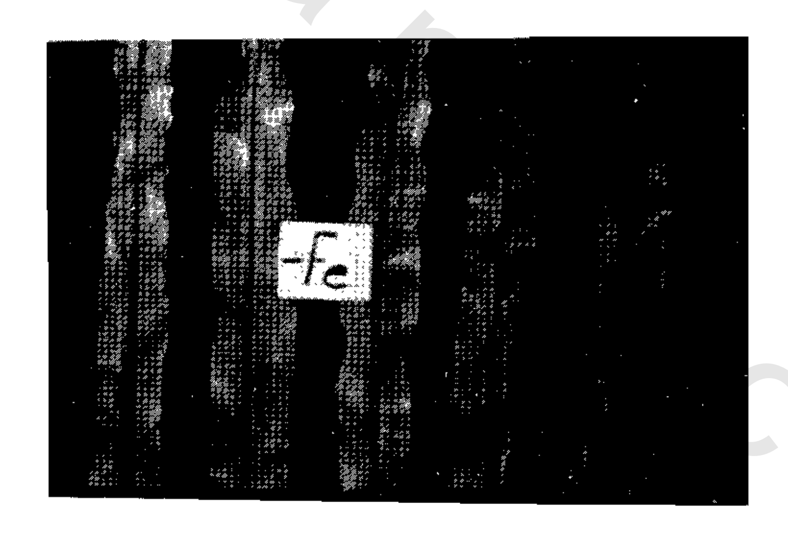
تظهر اعراض نقص الحديد على الثمار الناتجة من النباتات التي تعاني من نقص الحديد، فمثلاً ثمار الطماطم تصبح خضراء فضية وتميل لأن تصبح برتقالية عندما تنضج اكثر منها وهي حمراء. أما ثمار التفاح والكمثرى فيظهر عليها لون محمر غير طبيعى نتيجة لتكوين صبغة الانثوسيانين اكثر من تكوين صبغة الكاروتين. مثل هذه الثمار تكون محمرة كثيراً من الخارج وذات لون اصلي باهت.

المقاومـــة:-

لمقاومة نقص الحديد والحصول على استجابة سريعة فمن الممكن رش الأوراق بمحلول سلفات الحديدوز. يمكن استعمال Chelated iron. في هذه الطريقة فان الحديد لايرتبط مع المعادن الآخرى في التربة ويبقى متوفراً للنباتات خاصة في ظروف التربة القلوية.



شكل رقم ٢٧: أعراض نقص الحديد في نبات فول الصويا بمستويات متدرجة.



شكل رقم ٢٨: أعراض نقص الحديد في نبات الذرة.

٨ - اعراض نقص المنغنيز Manganese Deficiency Symptoms

يؤثر المنغنيز على عديد من العمليات البنائية في خلية النبات. إن عمليات الأكسدة والإختزال، تمثيل النيتروجين والحديد و Peptide hydrolysis فان للمنغنيز ادواراً هامة فيها وكذلك فهو يساعد في بناء حمض الاسكوربيك في النبات وينشط أنزيمات الببتايديز Pepti-dase. بالرغم من أن المنغنيز لايدخل في تكوين الكلوروفيل إلا أن الكلوروفيل لايتكون في غياب المنغنيز. للمنغنيز دوراً خاصاً في جذب جزئيات رايبونيوكلوبروتين مع بعضها في الرايبوسومات ويساعد في وقف تفكيكها.

يعتبر المنغنيز من مكونات أنزيمات التنفس ولقد وجد أنه يشجع التنفس. إن وجود المنغنيز يشجع تكوين ثاني أكسيد الكربون وكذلك فان له دوراً في عمليات التمثيل الضوئي وفي تشجيع إختزال النتريت في الجذور.

إن الطريقة التي يصل فيها المنغنيز إلى التربة مشابه لما يحدث في الحديد وبالتالي فان اكاسيد المنغنيز هي الاشكال المهمة من مركبات المنغنيز. إن المركبات عالية الاكسدة من المنغنيز مثل ثاني اكسيد المنغنيز تكون متوفرة بكمية بسيطة جداً للنبات. كما هو الحال في الحديد فان ذوبان المنغنيز في التربة يزداد بزيادة الحموضة في التربة، ويكون غير متوفر للنباتات فوق رقم الحموضة (٦.٥)، بينما في الأراضي شديدة الحموضة فانه يتوفر بكميات كبيرة بحيث تسبب تسمم النبات، وهذه احدى الاسباب التي تجعل بعض المحاصيل تفشل في الأراضي الحمضية. كذلك فان توفر المنغنيز يتأثر كثيراً بالمادة العضوية وبظروف الصرف في التربة. إن نقص العنصر يكون شائعاً في الأراضي الكلسية العضوية وفي الأراضي الأخرى ذات المحتوى العال من المادة العضوية وذات مستوى الماء الارضي المرتفع. لقد وجد أن بكتيريا الاكسدة في التربة يمكن أن تكون مسئولة كثيراً عن تحويل المنغنيز غير القابل للنبات في الأراضي ذات رقم الحموضة (٦.٥ - ٧.٨) إلى صورة قابلة للنبات. كانت اول ملاحظة لنقص المنغنيز في الاراضي الكلسية حيث تزرع الطماطم في فلوريدا وادى ذلك إلى ضعف النبات وفشل المحصول كلياً.

تظهر أعراض نقص المنغنيز في كثير من النباتات وتكون كالآتي:

١ - الدخان:-

تكون اولى الأعراض المرئية لنقص المنغنيز في الدخان هي فقد اللون في الاوراق الحديثة، يتبع هذا، الفقد في اللون في التفرعات الدقيقة للعروق او الجهاز الوعائي. يكون لون النسيج بين العروق أخضر خفيف إلى أبيض بينما العروق نفسها تبقى غامقة وتأخذ الورقة مظهر رقعة الشطرنج وذلك بسبب التغاير بين لون العروق الغامق والأنسجة التي فقدت لونها . يتبع فقد اللون تكشف بقع من النسيج الميت والتي يمكن أن تسقط معطية الورقة المظهر الممزق. عادة لاتكون هذه التبقعات مقصورة على القمم او الحواف كما هو الحال في نقص البوتاسيوم، ولكن هنا يشمل جميع سطح الورقة (شكل ٢٩).

٢ - الطماطم:-

تظهر أعراض نقص المنغنيز في الطماطم، في البداية، على شكل اصفرار في اللون الأخضر والذي يتحول بالتدريج إلى اللون الاصفر في المناطق البعيدة عن العرق الوسطي في الورقة، كلما تقدمت هذه الحالة فان الاصفرار يصبح اكثر وضوحاً وشدة وتبقى العروق خضراء معطية الورقة مظهر التبرقش. أخيراً يصبح لون المجموع الخضري كله أصفر وفي حالات كثيرة يظهر بقع متحللة، تظهر في البداية على شكل نقط بنية تشبه رأس الدبوس متمركزة في المناطق الصفراء بعيداً عن العروق وتستمر في الإمتداد حتى تغطي مساحة كبيرة ويمكن أن تسبب موت جميع النسيج. يكون نمو النبات مغزلي، لاتتكون أزهار وإذا تكونت تكون قليلة جداً ولاتعطى ثماراً.

يتأثر الكلوروبلاست في خلايا الطماطم اولاً وتصبح ذات لون أخضر مصفر، تفقد النشا تصبح ذات فجوات محببة واخيراً تتحطم. اما الخلايا البلاستيدية فتكون صغيرة. يفقد الخشب تكشفه الجيد ويظهر بعض المواد التي تغلق الانابيب الخشبية.

٣ - الخيار والفاصوليا:-

عندما يعاني الخيار من نقص المنغنيز فان أنسجة الورقة يتغير لونها من الأخضر إلى الأبيض المصفر، بينما المناطق التي على طول العروق والعرق الرئيسي تبقى خضراء. تبقى

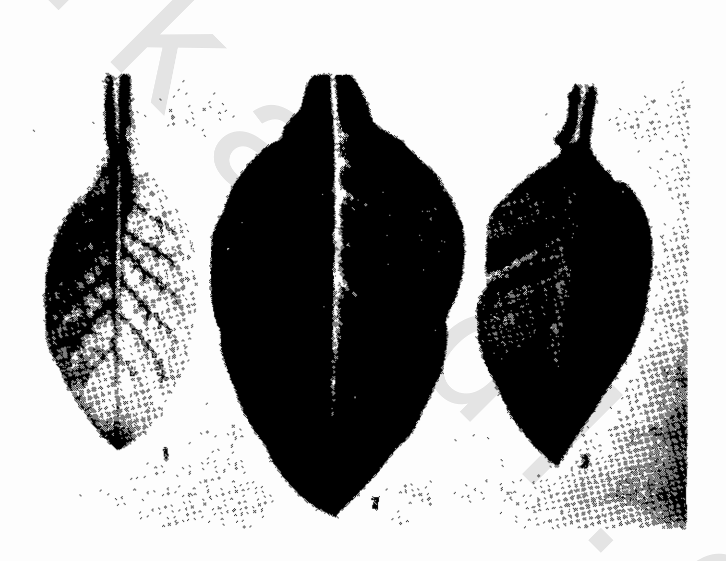
السيقان والأوراق صغيرة الحجم ضعيفة ومغزلية، كثيراً ما تتحول البراعم الزهرية إلى اللون الأصفر. يتقزم النمو وينخفض الانتاج. تحدث هذه الأعراض في كل من الكرنب والفلفل. اما في الفاصوليا وفاصوليا الليما فيظهر التبرقش متبوعاً ببقع صغيرة بنية متحللة وأخيراً يظهر لون أصفر ذهبي. تكون الاوراق صغيرة وكل ورقة متكونة تكون اكثر اصفراراً من التي قبلها. أخيراً تموت البراعم وتصبح الأوراق بنية ذابلة.

٤ - اشجار الفاكهة متساقطة الأوراق:-

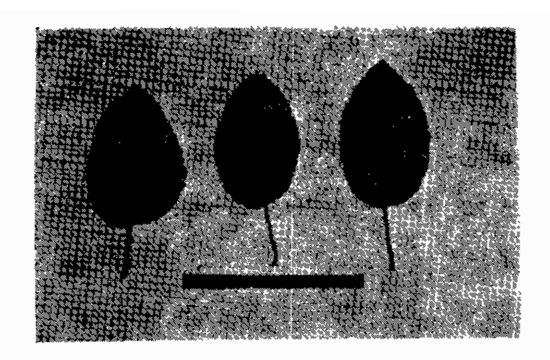
يتميز نقص المنغنيز في أشجار الفاكهة متساقطة الأوراق بظهور شحوب يكون في شدته متوسطاً بين الشحوب الناتج من نقص المغنيسيوم والشحوب الناتج من نقص الحديد، وعلى العكس من حالة نقص الحديد فان الاعراض لاتظهر على النموات الحديثة سواء كانت في الأوراق او العروق. كذلك تكون أعراض نقص المنغنيز غير مشابهة لنقص المغنيسيوم، حيث أن نقص المنغنيز لايسبب تحلل وموت بين العروق (إلا في حالات النقص الشديدة وفي بعض الأنواع النباتية فقط). كذلك فان أعراض نقص المنغنيز غير مشابهة لنقص الحديد ونقص المغنيسيوم من حيث أنه لايسبب تدريج في الشدة بين قاعدة وقمة أجزاء الفرع، وتظهر الأعراض على جميع الأوراق الناضجة. عندما تتكشف الاعراض جيداً تبقى عادة أشرطة عريضة من اللون الأخضر على طول العروق الكبيرة من الأوراق. يمكن أن يحدث التباس بين أعراض نقص المنغنيز ونقص المغنيسيوم في المراحل الأولى على بعض الأوراق ولكن العين الخبيرة تلاحظ عدداً من الفروع يتبين منها أن أعراض نقص المغنيسيوم محددة على الأوراق القديمة. إن أعراض نقص المنغنيز من المحتمل أن تظهر بعد أن يكتمل إنفراد الورقة مباشرة وتبقى نسبياً بدون تغير خلال فترة حياة الورقة. أما الأوراق الطرفية فمن غير المحتمل لأن يظهر عليها اعراضاً حتى بعد أن يتكون البرعم الطرفي. إن أفضل الاوقات لملاحظة هذا النقص يكون عندما ينتهي نمو البراعم الطرفية (شكل ٣٠) على التفاح.

٥ - اشجار الحمضيات:-

تبدأ اعراض نقص المنغنيز على النموات الحديثة ولكن يمكن أن تستمر وتوجد على الأوراق في أي عمر. في كثير من الحالات لاتظهر أعراض النقص إلا بعد أن يكتمل نمو الورقة، ففي هذه المرحلة تظهر بطش خضراء خفيفة او تبرقش جانبي طولي على حواف الورقة. مثل هذه الأعراض تقل وتميل لأن تختفي في خلال بضع أسابيع. تبدأ الأعراض في الظهور على جهة الشجرة الاكثر تظليلاً. تميل الفروع السفلية لأن تظهر عليها الاعراض عندما يكون النقص معتدلاً. كذلك فان الأوراق المظلله داخل الشجرة تميل لأن تظهر عليها اعراض معتدلة في حين أن الأوراق المعرضة للشمس يمكن أن تكون خالية تماماً من الاعراض المنظورة.



شكل رقم ٢٩: أعراض نقص عنصرين في الدخان: ١- أعراض نقص الحديد. ٢- ورقة من نبات الكنترول (لايوجد نقص)، ٣- اعراض نقص المنغنيز.



شكل رقم ٣٠: أعراض نقص المنغنيز على اوراق التفاح.

الأمراض المتسببة عن نقص المنغنيز

هناك عدة أمراض مشهورة متسببة عن نقص المنغنيز منها:-

ا - مرض السنبلة الرمادية في الشوفان Gray Speck of Oats

يسمى المرض أيضاً التخطيط الرمادي Gray Stripe او البقعة الرمادية، البقعة الجافة أو اللفحة الهالية. إن هذا المرض يصف نقص المنغنيز ليس فقط على الشوفان وإنما على بعض النجيليات الأخرى، ولكن الشوفان هو اكثر النجيليات حساسية لنقص المنجنيز. تظهر الاعراض على شكل بقعة او عدة بقع رمادية تتكشف اولاً على الورقة الثالثة من الأعلى وبشكل خاص على النصف القاعدي من الورقة، تزداد البقعة في الحجم وتتحول تدريجياً إلى اللون الأصفر الفاتح او البرتقالي على حافة الورقة. يموت النسيج ضمن البقعة ويجف ولاتلبث أن تصبح الورقة شاحبة ثم تأخذ اللون البني وتموت. يكون اول ظهور للمرض على النباتات الحديثة في الورقة الثالثة او الرابعة، عندما يكون المرض شديداً تموت النباتات مبكراً، تقل الأزهار وينخفض الانتاج.

احياناً تظهر الاعراض على شكل خطوط تميل لأن تمتد وتلتحم. يمكن أن تمتد البقع التي على الأطراف البعيدة من الجزء القاعدي المصاب وتتصل مع بعضها عبر النصل وبالتالي فان النصف العلوي او ثلثي الورقة تنثني وتنفتل بشدة بسبب الانهيار الجزئي في الورقة. يبقى الطرف البعيد من الورقة أخضر لمدة من الزمن. يكون الانهيار على الأوراق القديمة محدداً بالربع السفلي من الورقة وتظهر بقع بيضاوية متحللة الأنسجة غير منتظمة على نصل الورقة وأقل حدوثاً على نهاية قمة الورقة.

٢ - لفحة باهالا في قصب السكر Pahala Blight of Sugarcane

يتميز مرض لفحة باهالا باضمحلال اللون الأخضر الطبيعي الموجود بين العروق باتجاه قمة الورقة، يتبع ذلك تكشف خطوط طولية واضحة باهتة او خضراء مصفرة إلى بيضاء وكلما تقدم المرض تظهر بقع متحللة. كلما زاد عدد البقع تلتحم مع بعضها وتنشق الورقة طولياً على طول الخطوط المتحللة. عادة ما تكون الخطوط محدودة من منتصف الورقة إلى قمتها ونادراً ماتأخذ طول الورقة بأكمله كما في حالة نقص الحديد. يظهر مناطق بنية محمرة من أنسجة ميتة وهذه تلتحم مع بعضها وتشق الورقة طولياً أيضاً.

يتكشف المرض على النباتات النامية في الأراضي الكلسية او القلوية عندما تكون نسبة الحديد المتوفرة للنبات إلى المنغنيز نسبة عالية.

٣ - التبرقش الأصفر في بنجر السكر Speckled Yellows of Sugarbeet

يظهر هذا المرض على شكل إصفرار يكون غالباً على النباتات النامية في الأراضي الرملية او خفيفة القوام بشكل محدد. تتكون الاعراض في البداية على شكل تبرقش على الورقة حديثة النمو. كلما زاد الاصفرار في شدته يتكشف بقعاً مائلة للون البني في المناطق المبرقشة. يموت النسيج المصاب ويسقط تاركاً ثقوباً في الورقة. تبقى العروق والأنسجة المجاورة لها خضراء وتتجعد حواف الورقة إلى أعلى باتجاه السطح العلوي. إن غياب الشحوب عن حواف الأوراق يميز هذا المرض عن نقص البوتاسيوم.

٤ - بقعة الأراضي الغدقة في البسلة Marsh Spot of Peas

تتكون أعراض هذا المرض من بقع مائلة للون البني او تجويفات على مركز الفلقات في البسلة وبعض أصناف الفاصوليا. كذلك تظهر بقع داكنة اللون على بذور البقوليات الحساسة لنقص المنغنيز. تُظهر بذرة او بذرتان الأعراض وهما لا يزالا داخل القرن. يمكن أن تختفي الاعراض كلية من على الورقة في البسلة وتظهر النباتات وكأنها سليمة تماماً. بينما على الفاصوليا يتكشف الشحوب بشدة. تكون اولى اعراض المرض على الفاصوليا الفرنسية هو الشحوب على الأوراق الثلاثية، ثم تتحول الأوراق إلى اللون الذهبي المصفر خلال بضع أيام مع ظهور بقع بنية على طول العروق الكبيرة. لاتصل الأوراق المصابة إلى الحجم الطبيعي.

معالجة نقص المنغنيز:

يمكن معالجة نقص المنغنيز باضافة ٥٠ - ١٠٠ باوند من كبريتات المنغنيز او كلوريد المنغنيز لكل أكار، ولكن الكمية تعتمد على حموضة التربة وعلى كمية الايونات في التربة مثل أيونات الحديد التي يمكن أن توجد فيها. إن طريقة رش النباتات بمحلول كبريتات المنغنيز هي إقتصادية اكثر وتستعمل ٠,٠١ - ٠,٠٥٪ كبريتات منجنيز مع محلول مبلل.

٩ - أعراض نقص البورون Boron - Deficiency Symptomes

لقد عرف البورون على أنه عنصر اساسي لنمو النبات منذ اكتشاف أن الفول لايستطيع أن ينمو ليصل طور النضج مالم يتوفر آثاراً من البورون ٠,٠١ جزء في المليون في المحلول الغذائي. وهذا يعني أن النبات يحتاج إلى البورون ولكن بكميات قليلة جداً. إن نقص البورون شائعاً في كثير من المناطق، ولقد وجد أن $\frac{١}{٤}$ باوند من البوراكس عند توزيعها في مساحة أكار واحد كافية لأن ينتج محصول خال من أعراض نقص البورون. لقد وجد أن محصول اكار واحد من البرسيم الحجازي يستهلك ٢٥ غرام من البورون، وأن طن قش من البرسيم الحجازي يحتوي ٣١,١ غرام بورون.

هناك حوالي ١٥ وظيفة للبورون في النبات (يؤثر بها على نمو النبات). يمكن القول باختصار أن للبورون تأثيراً في عمليات الازهار، الاثمار، إنبات حبوب اللقاح، إنقسام الخلية، الميتابولزم، البناء الضوئي، إمتصاص الاملاح، إنتقال وعمل الهرمونات، بناء وهدم المواد البكتينية والعلاقات المائية في النبات، نضج وتكشف الخلايا، بناء جدار الخلية وكذلك له علاقة بالتنفس في بعض النباتات مثل القمح، الشوفان والشعير، وكذلك فان البورون يشجع تثبيت النيتروجين بواسطة البكتيريا Azotobacter عندما يوجد بكمية ٧ جزء في المليون، وكذلك يعمل مادة منظمة Buffer، وهو ضروري في دوام الأنسجة الرابطة وله تأثير منظم على المعادن الأخرى. لقد وجد أن للبورون دوراً هاماً في بناء الكربوهيدرات، الدهون والبروتينات وله دوراً في إنتقال السكر في النبات. كذلك وجد أن البورون يزيد قابلية الكالسيوم للذوبان والحركة وأن هناك علاة بين لجننة جدر الخلية والتغذية بالبورون. لاتزال الاكتشافات سريعة في معرفة دور البورون في الخلايا الحية.

يوجد البورون أساساً في التربة في الصخور إما على شكل Tourmaline والذي هو واسع الانتشار ويبدو أنه قليل الفائدة للنبات، أو يوجد البورون على شكل تجمعات من الترسبات البحرية او من بقايا النبات. إن البورون الموجود في الصخور البركانية والصخور الرملية ذو قيمة قليلة للنباتات، بينما الموجود في أغلفة الحيوانات البحرية والغرين او في المواد العضوية من المحتمل أن يكون اكثر توفراً للنبات. إن البورون سهل الغسيل من التربة وإن المحافظة على وجوده في التربة عن طريق بقايا النبات والحيوان أمر ضروري. يضاف البورون إلى التربة على شكل بورات وهي تنتقل في التربة.

يكون تحرك البورون من جزء إلى آخر في النبات بطيء جداً وهذا يعني أن إنتقاله من الاجزاء المتقدمة في السن إلى النموات الحديثة يكون قليلاً وبالتالي تظهر اولى الأعراض على النموات الحديثة. تقل كمية البورون المتوفرة للنبات باضافة الجير إلى التربة وبظروف الجفاف التي تمر بها التربة. يحدث تسمم بالبورون في بعض المناطق التي تسقى بماء فيه نسبة بورون عالية.

تظهر أعراض نقص البورون في النباتات النامية في أرض رملية وفي الأرض الكلسية. يؤدي نقص البورون إلى إنهيار الخلايا المرستيمية وهذا يمكن أن يكون مظهراً من مظاهر

نقص السكر. يكون نمو النباتات التي تعاني من نقص البورون نمواً محدوداً وضعيفاً وتصبح النموات الحديثة صفراء وتموت الأفرع الطرفية. يتأثر كل من النخاع والبشرة في الساق وهذا يؤدي إلى تكوين ساق أجوف كما في نبات القرنبيط (شكل ٣١)، غالباً ما تحترق وتتجعد الأوراق ويمكن أن تُظهر نوعاً من التبرقش او تكون بعض الصبغات. تتشوه الثمار وتصبح غير ذات قيمة.

إن اكثر أعراض نقص البورون ثباتاً وسيادة هي الاضرار التي تحدث للطبقة المرستيمية وللأنسجة المنقسمة وتسبب موت القمة المرستيمية. إن موت القمم النامية يؤدي إلى تكشف اعداداً كثيرة من البراعم المساعدة والتي تنتج نمو شجيري وفي كثير من الاحيان تموت البراعم بدون تكشف النمو الشجيري وبالتالي لايتكون نمو جديد.

هناك اعراضاً أخرى أقل لفتاً للنظر تظهر قبل أن تموت قمة الفرع. يمكن أن يتجعد النسيج النباتي بين العروق الكبيرة والعروق الصغيرة في الأوراق الحديثة وكثيراً ما تصبح مصفرة ومن ثم يحدث فيها موت وتحلل. يظهر شحوب على النصف السفلي من الورقة وهذا العرض مهماً في تشخيص نقص البورون. تبقى قمة الورقة خضراء نظراً لإنتقال البورون بشكل اساسي من المنطقة القاعدية إلى القمة.

الاوراق النصف كاملة النمو كثيراً ما يتكشف عليها صبغات محمرة أو أرجوانية وتميل لأن تصبح اكثر سمكاً من الحالة العادية وتكون منتفخة هشة وملتفة. يكون شكل الورقة مشوهاً وتكون الأوراق مسودة أو مكرمشة قبل أن يصبح طولها عدة مليمترات. أعناق الأوراق كثيراً ما تصبح هشة ومشققة او مقسمة مكونة حواف فلينية. تتأثر السيقان بنفس الاعراض ويظهر بقع فلينية على ساق اللفت والقرنبيط ودرنات البطاطس. يتكشف نموات على شكل زوائد من العديسات على سيقان التفاح والزيتون.

تصبح الجذور متحللة بشدة والقمة النامية متسعة وتسود ثم تموت. يتكشف جذور جانبية ثانوية عديدة مما يعطي الجذر المظهر الشجيري او المكنسي، تتحلل جذور التخرين من الداخل.

يتوقف التزهير كلية وحتى إذا ما تكونت أزهار يمكن أن تسقط دون أن تعطي بذوراً.
يمكن أن يتكون ثمار غير طبيعية بدون ظهور اي اعراض أخرى.

يعتبر التفاح من النباتات الحساسة لنقص البورون. تصبح الثمرة مشوهة وذات مناطق عديدة غائرة على السطح ويتكون عناقيد من الخلايا الفلينية خلال لحم الثمرة. تصبح ثمار الحمضيات صلبة ومشوهة. أما ثمار الزيتون تصبح مشوهة ومنقرة.

تختلف النباتات كثيراً من حيث حساسيتها للبورون. إن تركيز ١٠ جزء في المليون في محلول مزرعة غذائية يكون مثالي لبنجر السكر، في حين يكون سام لبعض النباتات مثل أصناف الفاصوليا ذات المتطلبات المنخفضة من البورون. إن اعراض نقص البورون تكون شائعة على بعض النباتات مثل بنجر السكر، بنجر المائدة والفجل حيث أنها تحتاج إلى متطلبات عالية من البورون.

هناك تأثيرات كثيرة لنقص البورون على الصفات التشريحية والخلوية في النباتات سوف لانتعرض لها في هذا الكتاب ويمكن الرجوع إليها في كتب التغذية المعدنية للنبات.

الأمراض المتسببة عن نقص البورون

١ - عفن القلب في بنجر السكر Heart Rot of Sugarbeet

هناك اسماءً أخرى عديدة لمرض عفن القلب، مثل عفن التاج او العفن الجاف. ينتشر هذا المرض في الأراضي الجيرية حيث يسبب نقص البورون خسائر حوالي ٣٠٪ من المحصول. تظهر الاعراض اولاً على الأوراق الحديثة في التاج. تفشل الاوراق الحديثة في أن تنفرد طبيعياً، تتحول إلى اللون البني او الأسود ثم تموت. في المراحل المتقدمة من المرض يمكن أن تنمو البراعم الابطية الموجودة في أباط الأوراق القديمة ثم تموت. يصبح قلب البنجر متورد ويحمل اوراق صغيرة جافة، هذا الطور يعرف باسم عفن القلب.

تنتشر الاعراض إلى الأوراق الخارجية مظهرة بطش قشرية على السطوح المقعرة الداخلية لاعناق الأوراق. تتحول العروق من اللون الأبيض إلى الأصفر من القاعدة إلى أعلى

وتصبح الأوراق القلبية مجعدة، تذبل وتتحول إلى اللون الأصفر. يتكشف نموات حديثة من البراعم الابطية للأوراق التي ماتت، إلا أن هذه النموات لاتلبث أن تموت. عندما يكون نقص البورون شديداً تموت الفروع القمية والبراعم الزهرية. بعد أن تموت القمم النامية يظهر بقع ميتة متحللة على منطقة التاج (شكل ٣٢).

تظهر الاعراض على الجذور في منتصف الصيف بعد أن تكون الجذور قد وصلت إلى حجم كبير. تكون الاعراض على شكل تلونات رمادية بنية على أنسجة الجذر وتكون على شكل مناطق ميتة سوداء في مركز التاج. هذا يمكن أن يؤدي إلى تكوين كميات كبيرة من الأنسجة الفلينية ذات المستوى المنخفض من السكر في الجذور. يظهر تنقرات سوداء او فجوات كبيرة تكون نتيجة مهاجمة الجذور من فطريات التربة.

يمكن القول بأن مرض نقص البورون يظهر غالباً في الصيف الجاف او عندما تسود فترة جافة طويلة متبوعة بفترة رطوبة عالية ملائمة لسرعة النمو.

المقاومــة:

يمكن مقاومة هذا المرض باضافة البوراكس إلى التربة مع الأسمدة. عندما تضاف الأسمدة مع البذور فمن الضروري وضعها في أثلام ٢ إنش بعيدة عن أثلام الاسمدة. إن اضافة ١٠ كغم/ اكار من البوراكس يناسب هذه الحالة. أما في حالة بنجر المائدة المعد للتعليب فان ٢٠ - ٣٥ كغم/ اكار في الاراضي الثقيلة يكون كافياً. أما في الاراضي قليلة العمق حيث تكون الطبقة التي تنمو فيها الجذور رقيقة يضاف كميات كبيرة من البوراكس قبل الزراعة. احياناً ينصح برش المجموع الخضري بنسبة ٥ كغم/ اكار مرة او مرتين في منتصف الموسم.

٢ - القلب البني في الصليبيات Brown Heart of Crucifera

إن هذا المرض شائع في اللفت، الفجل، الكرنب والقرنبيط. يكون المرض واضحاً في البداية على شكل بقع داكنة على الجذور، عادة على الاجزاء السميكة، يصبح النبات متقزماً

تدريجياً او محدد النمو. تكون الأوراق أصغر من الحالة الطبيعية وأقل في العدد ويظهر عليها التبرقش تدريجياً. يتغير هذا اللون ويتكشف بطش ذات لون مخلوط من الأحمر والارجواني والاصفر على جميع الأوراق بينما أعناق هذه الأوراق عادة مايظهر عليها تشققات طولية. تلتف الأوراق وتكون ذات طول أقصر منه في الحالة العادية. يمكن أن تموت القمة النامية وتتحلل.

لاتنمو الجذور إلى الحجم الكامل، وتحت ظروف النقص الشديدة في البورون تبقى الجذور صغيرة جداً ومشوهة وذات مظهر صلب غير نامية وتأخذ اللون الرمادي. يكون سطح الجذر مجعداً ومشققاً. إذا عمل مقطع عرضي في الجذر يلاحظ أعراض القلب البني حيث يظهر لون بني متحلل داخل قلب الجذر يختلف في مساحته حسب شدة نقص البورون حيث يختلف من بقعة صغيرة إلى مساحة كبيرة ويمكن أن تكون فجوة كبيرة في لحم الجذر (شكل ٣١).

تُظهر محاصيل الكرنب والقرنبيط علامات المرض عند إقتراب النضج. يتكشف مناطق ميتة متحللة في النخاع اللحمي في الساق والقمة. كذلك فان قلب القرنبيط يمكن أن يأخذ اللون البني ويظهر فيه فجوة متحللة. أما في اللفت فان أنسجة الجذر تموت وتتحلل وتظهر بلون بني. تصبح جذور الفجل مشوهة النمو ويظهر بقع متحللة بنية ويتشقق السطح ويصبح ذو قشور وشقوق.

يعالج هذا المرض بضافة ١٠ كغم بوراكس إلى الاكار في حالة أمراض الكرنب، القرنبيط والفجل.

٣ - اصفرار البرسيم الحجازي Alfalfa Yellows

يحدث نقص البورون على البرسيم الحجازي اكثر منه على أي نوع من البقوليات الأخرى ويسبب مايعرف باسم مرض اصفرار البرسيم الحجازي. اما أعراض المرض فتظهر على النموات الحديثة اولاً لأن إنتقال البورون (كما وسبق وذكرنا) من مكان إلى آخر في النبات محدود نسبياً او غير متحرك إلى حد ما. تكون السلاميات العليا في الساق قصيرة ويأخذ النبات مظهر التورد. تتحول الأوراق العلوية بالقرب من القمة إلى اللون الأصفر واحياناً تأخذ

اللون الاحمر. تكون الاعراض اكثر شدة على قمة الورقة. تبقى الأوراق السفية سليمة اللون الأخضر. يفشل النبات في تكوين أزهار وتظهر البراعم بيضاء او بنية خفيفة، تظهر هذه الاعراض قبل طور الازهار وخلال فترات الطقس الجاف. في حالات النقص الشديدة تظهر اوراق بيضاء على قمم النباتات. يمكن حدوث التباس بين نقص البورون ونقص البوتاسيوم ونقص الكالسيوم واضرار آثار تغذية نطاط الأوراق.

٤ - تشقق ساق الكرفس Cracked Stem of Celery

تظهر اولى أعراض هذا المرض على شكل بقع ذات مظهر زيتي على السطح الداخلي لأعناق الأوراق، كلما ماتت الأنسجة وجفت تتحول البقع إلى اللون البني الداكن ، تظهر تشققات أفقية فوق المنطقة المرافقة للحزم الوعائية على الساق. يمكن أن يظهر بقع أيضاً على الأطراف الخارجية للساق. يظهر بقع مسودة وخطوط طولية متشققة على الساق تجعل الساق غير قابلاً للتسويق.

تتحول جذور النباتات المصابة إلى اللون البني وتموت تفرعاتها الجانبية وتشكل وصلات صغيرة تشبه العقد، تموت النباتات في المراحل الأخيرة من نقص البورون (شكل ٣٣).

٥ - البقعة الجافة في التفاح Drought Spot Of Apple

إن اكثر أعراض نقص البورون وضوحاً في التفاح تظهر على الثمرة. يسمى المرض النقرة الفلينية أو القلب الفليني او البقع المتحللة. تصاب الأوراق فقد عندما يكون نقص البورون حاداً ولكن معظم الأعراض تكون على الثمار. يظهر مناطق من مجموعة من الخلايا بنية خفيفة ميتة على أي مكان في لحم الثمرة. تجف هذه المناطق وتصبح فلينية او أن تصبح صلبة أو تكون إسفنجية معتمدة في ذلك على طور الثمرة الذي تظهر فيه الأعراض لأو ل مرة. احياناً يتكون مناطق متشققة او فلينية في جلد الثمرة.

اما اصطلاح البقعة الجافة فانه يطلق ويراد به مظهر من مظاهر أعراض نقص البورون تتكون من مناطق متحللة سطحية لاتلبث أن تصبح صدئة ومشققة، يمكن أن تكون مصحوبة او

غير مصحوبة بالفلين. تسقط معظم الثمار المصابة أما تلك الثمار التي تبقى على الشجرة تكون متورمة ومشوهة خاصة بالقرب من القمة الكأسية. عندما تكون الاعراض اكثر شدة يحدث موت رجعي في التفرعات الجانبية ويمكن أن يتكشف تورد. تكون هذه الأعراض مصحوبة بتكشف اصفرار، احمرار، احتراق، تجعد وسقوط الأوراق. يمكن أن تبقى مجموعة من الأوراق سميكة وهشة على قمم الفروع الصغيرة مكونة تورد. في بعض المظاهر الأخرى تتشوه الأوراق وتتجعد إلى أعلى وتأخذ شكل القارب Boat Like. عندما تكون الاصابة شديدة يظهر على أطراف الشجرة أعراض مكنسة عفريت Witches - broom.

٦ - الثمرة الصلبة في الحمضيات Hard Fruit of Citrus

تظهر أعراض نقص البورون في الحمضيات على شكل اصفرار في اللحاء او الأنسجة الموصلة ويظهر التأثير على شكل حلقات داخلية. تكون بعض الاعراض على المجموع الخضري مشابهة لتلك التي تظهر بعد حدوث تحليق ميكانيكي للجذع او للأغصان. كذلك فان بعض الأمراض الفيروسية تتداخل في إنتقال الكربوهيدرات (خاصة السكر) وتسبب اعراضاً مشابهة لاعراض نقص البورون.

يسبب نقص البورون تجمع كثير من الكربوهيدرات في الأوراق والثمار وتسمح بكمية غير كافية بالمرور إلى الجذور وبعد ذلك تصبح الشجرة ضعيفة الحيوية. يتوقف النمو الخضري ويزداد الازهار وتبدأ أعراض نقص النيتروجين في الظهور. تذبل الشجرة بسهولة حتى عندما تكون رطوبة التربة وافرة.

وكنتيجة للاضطرابات في بناء وتمثيل الكربوهيدرات يتشكل الصمغ بسرعة فيظهر على الأفرع الصغيرة وعلى الثمار.. يمكن أن تظهر الاعراض في كل مراحل نمو الثمرة. في حالة الثمار الصغيرة يميل اللون الأخضر لأن يصبح باهتاً في مناطق واسعة وتسقط الثمرة. يمكن أن تكون الثمار المتكونة مبتورة الجانب أو متكتلة وفيها كميات كبيرة من الجيوب الصمغية في منطقة البيدو Albedo (النسيج الأبيض). احياناً يتكون حزاماً كاملاً من الصمغ حول منطقة البيدو يلاحظ عند اجراء مقطع عرضي في الثمرة واحياناً يكون الصمغ موزعاً في البيدو.

يكون مركز الثمرة او نخاع الثمرة منتقع بالصمغ ويمكن أن يتوقف نمو البذور وتتحول إلى اللون الداكن. تصبح الثمرة صلبة وتفقد ليونتها ولمعانها ويمكن أن يمتد الصمغ إلى حامل الثمرة. يعقد كثير من الازهار وتكون ثماراً إلا أنها تسقط خلال ٣ – ٤ شهور، أما الثمار التي لم تسقط تكون خالة من الطعم والنكهة وقليلة المحتوى العصاري، تميل لأن تتجعد وتصبح مومياء على الشجرة ومن هذه الظاهرة إشتق اسم المرض باسم الثمرة الصلبة.

٧ – القمة المريضة في الدخان Top Sickness of Tobacco

إن النقص الحاد والشديد في البورون يحدث تغيرات ملحوظة في قمة او المناطق النامية في نباتات الدخان وبالتالي سمي المرض باسم القمة المريضة في الدخان. تصبح الأوراق الحديثة في البرعم الطرفي خضراء فاتحة وباهتة في قاعدة القمة وهذه أيضاً تبدي مظهر الزخرفة. عندما تظهر هذه الاعراض فان الأوراق تكون قد توقفت مسبقاً عن النمو. يظهر على الأنسجة التي عند قاعدة الأوراق الحديثة علامات التكسر والسقوط. إذا إستمر النمو متأخراً قبل أن تتكسر وتسقط كل الأنسجة فان هذه الأوراق سوف تكون مشوهة نتيجة نمو الأنسجة المحيطة بالمناطق الممزقة وتأخذ الأوراق المظهر الملتوي او تنمو من جهة دون الأخرى. كذلك فان ساق النبات يلتوي باتجاه القمة ويتشوه شكله (شكل ٣٤).

يتبع تلك الأعراض موت البرعم الطرفي وهذا الحدث يوقف فوراً نمو النبات ويجعل الأوراق سميكة وتزداد في مساحتها. تميل الأوراق العلوية لأن تلتف إلى أسفل في نصف دائرة جاعلة قمم الأوراق باتجاه قواعدها. تكون الأوراق ذات لون فاتح غير طبيعي وتصبح ناعمة صلبة وهشة. عندما ينكسر العرق الرئيسي او حامل الورقة فان الحزم الوعائية تصبح ذات لون داكن.

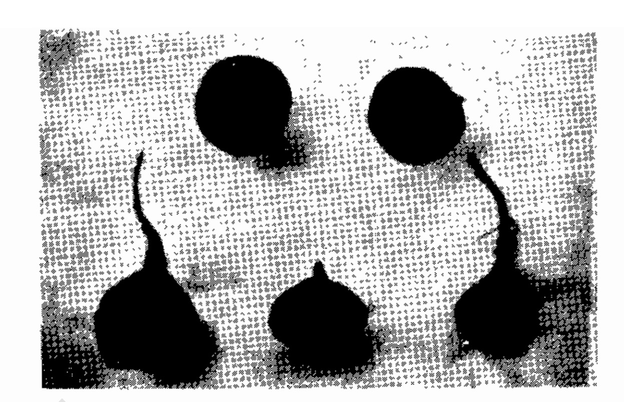
يمكن أن تتكشف البراعم الجانبية في إبط الورقة او الموجودة في قاعدة الساق ولكنها تموت بعد ذلك مثل البرعم الطرفي. إذا إستمر نقص البورون فان البراعم الزهرية تسقط أيضاً ولايتكون بذور.

٨ - تقزم الصنوبر Dwarf of Pinus

تظهر أعراض نقص البورون في الصنوبر بشكل اساسي بتقزم النمو مصحوباً بموت القمم النامية للأفرع والجذور. تموت الأوراق الإبرية بالقرب من القمة في الفرع ويظهر افرازات راتنجية من البراعم. تميل الأوراق الإبرية لأن تصبح أقصر ويمكن أن تصبح ملتصقة مع بعضها البعض. تصبح الفروع الصغيرة ضعيفة ولينة وتكون الإبر المتكونة حديثاً ارجوانية برنزية.



شكل رقم ٣١: أعراض نقص البورون على القرنبيط. في الشمال نبات كنترول، لايعاني من النقص أما في اليمين فان النبات مريض ويعاني من النقص.



شكل رقم ٣٢: أعراض نقص البورون في البنجر. الشكل العلوي الأعراض الداخلية. اما فى الشكل السفلي فان الأعراض خارجية



شكل رقم ٣٣: أعراض نقص البورون في الكرفس. نبات رقم واحد سليم، أما رقم إثنين فهو يوضح أولى أعراض النقص، أما رقم ثلاثة فهو يوضح مرحلة متقدمة من النقص.



شكل رقم ٣٤: أعراض نقص البورون في الدخان. تشوه الاوراق العلوية وتمزقها وتموت الأطراف.

١٠ - أعراض نقص الزنك Zinc - Deficiency Symptomes

يوجد الزنك في جميع أنسجة النبات، وقد أثبتت التحاليل أن الزنك يتجمع في أجزاء مختلفة من النبات حسب الترتيب التنازلي: الجذر - الساق - الأوراق - الثمار.

يعتبر الزنك عاملاً مساعداً في عمليات الاكسدة في خلايا النبات وهو عامل حيوي لتحويل المواد الكربوهيدراتية وتنظيم واستهلاك السكر وزيادة مصدر الطاقة لانتاج الكلوروفيل. يساعد الزنك في تكوين الأوكسينات ومركبات مشجعات النمو، يشجع إمتصاص الماء ويمنع التقزم. يعمل الزنك كمركب في أنزيم تحليل حمض الكربون إلى ثاني اكسيد الكربون وماء. لذلك فان الزنك ضروري لتكوين الحمض الأميني تربتوفان. يدخل الزنك في تحرير هرمون أندول أستك أسد، لذلك فان الزنك مطلوب بواسطة جميع النباتات لكي تنمو طبيعياً. كذلك فان الزنك مركب ضروري في عديد من النظم الانزيمية التي تنظم نشاطات النبات مثل عمليات بناء البروتين وكذلك فان أنزيم Triosephosphate dehydrogenase يعتمد على الزنك وإن هذا

الأنزيم يتعلق باكسدة وزيادة الفسفرة للفسفو غلايسرك الدهيد ولانتاج حمض داي فسفو غلايسرك وهو خطوة ضرورية في عمليات الجلايكولسز والتنفس.

يكون نقص الزنك عادة في الأراضي الكلسية في المناطق ذات كمية الأمطار المحدودة حيث تكون تفاعلات التربة وعوامل أخرى في التربة تعمل على جعل الزنك غير قابل للاستعمال من قبل النبات. لذلك فان نقص الزنك يكون مرافقاً للأراضي ذات المستوى العضوي العالي او الأراضي ذات مستوى النيتروجين العالي والذي فيها يكون الزنك مرتبطاً في مركبات عضوية. يكون نقص الزنك شائعاً حول مخازن الحبوب او حول زرايب الحيوانات حيث يخزن السماد الطبيعي.

إن المعلومات المتوفرة لدينا قليلة عن العوامل التي تؤثر على قابلية الزنك للامتصاص من قبل النباتات، لكن المادة العضوية وكائنات التربة الدقيقة ورقم الحموضة كلها مهمة. إن اضافة الجير والفسفات إلى التربة قد تبين أنه يقلل من توفر الزنك للمحاصيل. يعتقد في بعض المناطق أن التحول من إستعمال السماد الطبيعي الذي يحوي زنك إلى الأسمدة غير العضوية أدت إلى زيادة في مشاكل نقص الزنك.

كما في كثير من نقص العناصر فان أولى علامات اعراض نقص الزنك هو ظهور شحوب بين العروق. تبقى الأوراق الأولى التي تخرج في الربيع صغيرة ولاتصل إلى أكثر من $\frac{١}{٢٠}$ من حجمها الطبيعي. تفشل الأفرع الصغيرة في أن يزداد طولها وتكون السلاميات قصيرة أحياناً لاتزيد عن $\frac{١}{٤}$ إنش وبالتالي تظهر الأوراق محيطية أو سوارية او متوردة.

تكون أشجار الفاكهة عالية الحساسية وكثيراً ما تتأثر جداً بنقص الزنك. تظهر الاعراض على شكل عروق خضراء داكنة وشحوب أصفر لامع وهذا يكون واضحاً في الحمضيات وفي كثير من أنواع اللوزيات. لقد قام احد العلماء بترتيب حساسية أشجار الفاكهة لنقص الزنك وكانت كالآتي: الكرز الحلو – التفاح – البرقوق – الخوخ – الجوز – المشمش – الافوجادرو – الحمضيات – العنب. ووجد أن محاصيل الخضار والمحاصيل الحقلية اكثر تحملاً وأقل تضرراً بنقص الزنك.

تظهر اعراض نقصك الزنك على الأشجار في النموات الطرفية الغضة في الربيع، إلا أن الاعراض على محاصيل الطماطم، الدخان، البسلة والفاصوليا تظهر أساساً على الأوراق القديمة. بالاضافة إلى الشحوب السائد والذي كثيراً ماينبه إلى إحدى أعراض نقص الحديد، تتوقف استطالة الفروع، تتشوه حواف الأوراق كثيراً، تلتوي، تتموج وتتجعد. يظهر عرض الورقة المروحية Fern Leaf في البطاطس والذي تكون فيه الوريقات شاحبة وذات حجم يساوي أقل من $\frac{١}{٥}$ حجمها الطبيعي وتكون مجعدة، يحدث التباس بين هذا العرض والاعراض الناتجة عن أضرار النبات المتسببة عن مبيد الحشائش 2, 4 - D.

يمكن أن يكون الشحوب متبوعاً بتكشف مناطق غير منتظمة متحللة بين العروق أو الأنسجة الوعائية والتي تكون مسلكا ممتازاً لدخول الكائنات الحية المرضة. يضعف إنتاج البذور في الفاصوليا والبسلة وقد وجد أن إنتاج البذور والازهار يزيد مائة ضعف عندما يزود النبات بكل احتياجاته من الزنك عنه عندما يكون هناك نقصاً في الزنك. في حالة نقص الزنك فان ٢٪ فقط من الازهار يمكن أن تكون بذور. تتجمع المركبات الفينولية والنقط الزيتية والتنينات في كثير من النباتات الخشبية. هناك تغيرات تشريحية كثيرة تحدث في النباتات التي تعاني من نقص الزنك لانخوض في ذكرها هنا.

الأمراض المتسببة عن نقص الزنك

١ - تبرقش أوراق الحمضيات Citrus Mottle Leaf

يسمى هذا المرض باسم Mottle leaf في كاليفورنيا ويسمى Frenching في فلوريدا. كما هو الحال في معظم نقص العناصر، تتكشف الاعراض على النموات الحديثة، يصغر حجم الورقة ويكون متناسباً مع شدة نقص الزنك. عندما يكون هناك نقصاً بسيطاً في الزنك فان حجم الورقة ونموات الأفرع تنخفض قليلاً وكلما زاد النقص في الزنك كلما صغرت الأوراق والنموات الحديثة. بسبب صغر الأوراق وقصر نموات الأفرع فإن النمو يأخذ الشكل الشجيرى والمظهر القائم.

إن العرض الشائع لهذا المرض هو الشحوب وتكون أرضية الورقة خضراء قاتمة عليها سحابة من التبرقش الأصفر الكريمي. وفي جميع الحالات يكون هذا هو العرض المميز للحمضيات. عندما يكون نقص الزنك معتدلاً فان قليلاً من الأفرع الطرفية يمكن أن تظهر أعراضاً وهذه الأعراض يمكن أن تختفي مع الزمن. تميل النموات العصارية التي تلي ظهور الأعراض لأن تمثل أعراض المرض أحسن تمثيل وتزداد الاعراض عليها حتى تصاب جميع النموات الطرفية وتصبح الحالة ثابتة. تصبح الأشجار في بعض الحالات غير ذات حيوية وفي حالات نادرة تعطي الأشجار نموات ورقية قائمة ذات شحوب قليل.

إذا كان نقص الزنك شديداً فان الأوراق المنفردة حديثاً تكون صغيرة جداً ومستديرة بيضاء بقليل من اللون الأخضر او تكون خالية منه وهي لاتستطيل كثيراً. بتقدم الزمن فان العرق الوسطي والعروق الجانبية يمكن أن تصبح خضراء. مثل هذه الأوراق تميل لأن تسقط مبكراً والاعضاء الصغيرة يحدث فيها موت قمم وبعد مدة من الزمن يظهر في الأفرع الكبيرة موت قمم أيضاً وبالتالي تأخذ الشجرة المظهر الشجيري. يمكن أن يخرج من أسفل الساق او من الأفرع الرئيسية نموات حديثة غضة تكون في البداية طبيعية ثم لاتلبث أن تعاني من نقص الزنك.

إن نقص الزنك المعتدل ليس له تأثيراً أو تأثيره قليل على الاثمار او على نوعية الثمرة. كلما زادت شدة النقص او وصل النقص إلى الطور الحاد، يقل عدد الثمار ويصبح لحمها جاف خشبي غير ذات نكهة. تكون الثمار صغيرة مشوهة وتفقد لونها الأخضر قبل النضج وتبدو بيضاء. إذا استمر نقص الزنك عدة سنوات فان الأشجار تصبح غير منتجة ولكن يمكن اصلاحها باضافة الزنك إلى التربة.

كثيراً ما تكون أعراض نقص الزنك مصحوبة مع أعراض نقص عناصر أخرى او يكون هناك أعراض نقص عديد من العناصر على شجرة واحدة وتظهر الاعراض في نفس الورقة. يمكن أن يكون هناك نقص زنك ونقص حديد او نقص زنك مع نقص منجنيز، يمكن أن يكون نقص الثلاثة عناصر مكوناً نقص معقد واعراض يصعب تمييزها وتزداد الحالة تعقيداً إذا صحب ذلك اصابة بالأمراض الفيروسية او الأمراض الفطرية حيث أن الأشجار التي تعاني

من نقص الزنك كثيراً ما تكون معرضة لمهاجمة كثير من الكائنات الحية المرضة. وقد يحدث العكس فان الاصابة بكائنات التربة المرضة يمكن أن تضعف الجذور وبالتالي لاتستطيع النباتات أن تمتص الزنك وعندها تعاني النباتات من أعراض نقص الزنك او يصعب إنتقال الزنك خلال اللحاء والأنسجة الموصلة في النبات.

٢ - مرض تورد اشجار الفاكهة متساقطة الأوراق (مرض الورقة الصغير)

Little Leaf or Rosette of Deciduaus Fruit Trees

إن مرض الورقة الصغيرة يمكن أن يظهر على كل من أشجار التفاح، الكمثرى، الكرز، الخوخ، اللوز، المشمش والبرقوق. يتميز المرض بظهور مجموعات من الأوراق على فروع متلاحمة السلاميات بحيث تأخذ شكل التورد او الخصلة، تكون الأوراق صغيرة ومصفرة وتتكون في الربيع. يمكن أن يتكون تفرعات صغيرة تحمل خصلات من الأوراق تحت التورد الأول ويكون ذلك في نهاية الموسم ولكن في التورد الثاني تكون الأوراق صغيرة جداً ومبرقشة وكثيراً ماتكون غير سوية الشكل. إذا لم تعامل الأشجار بأي من مركبات الزنك فان الأوراق التي سوف تتكون فيما بعد تكون أصغر واكثر اصفراراً كل منها عن التي قبلها، بعد ذلك تفشل البراعم في أن تكون اي نموات او أغصان وتحدث ظاهرة الموت الرجعي.

أما في الكمثري فان البراعم تتأخر في التفتح وبدلاً من أن يتكون أوراقاً صغيرة فان الأوراق تكون متطاولة وذات لون أصفر متماثل. تكون الأغصان المصابة منتشرة بدون نظام على الشجرة ويمكن أن يُظهر احد الأفرع اصابة شديدة بينما الفرع المجاور له يبقى عادياً.

تظهر الاعراض على الثمار حتى عندما لايكون هناك اعراضاً واضحة على الأوراق. تكون ثمار التفاح أصغر من الحجم الطبيعي وتكون غير ذات نكهة ويصعب تسويقها.

٣ - تورد البيكان والجوز Pecan and Walnut Rosette

تظهر أعراض نقص الزنك في البيكان في أطوار النمو المبكرة. تتميز الأعراض بظهور اوراق مبرقشة صفراء خاصة في قمم الأشجار وكلما زاد نقص الزنك فان الوريقات تصبح

ضيقة ومجعدة وأخيراً يتكشف مناطق بنية محمرة بين العروق. تكون هذه الاعراض نموذجية لنقص الزنك في الجوز واللوز. يظهر في البيكان قصر السلاميات مؤديا إلى وقف النموات الجديدة معطياً المجموع الخضري المظهر العنقودي. نادراً ما تموت الأشجار من التورد. يحدث موت قمم بشدة في الاغصان في النموات السنوية وهذا يؤدي إلى إضعاف الشجرة مبكراً في الربيع وفي الحالات الشديدة تأخذ الشجرة المظهر الصدئي او البرنزي (شكل ٣٥).

٤ - القمة البيضاء في الذرة White Tip of Corn

يتسبب هذا المرض عن نقص الزنك حيث تظهر نباتات الذرة أكثر اعراض نقص الزنك وضوحاً وسهولة في التمييز عن جميع محاصيل الحقل الحولية (شكل ٣٦). في حالات النقص الشديدة تظهر الأعراض خلال اسبوعين بعد ظهور البادرات فوق سطح التربة. تكون الاعراض عبارة عن شرائح عريضة بيضاء من الأنسجة على كل جانب من جوانب العرق الوسطي في الورقة إبتداءاً من قاعدة الورقة. تكون هذه الاعراض اساساً على النصف السفلي من الورقة ويمكن أن تلاحظ عندما تكون الورقة الحديثة خارجة من سوار الساق. يبقى العرق الوسطى وحواف الورقة خضراوان، تكون النباتات متقزمة وذات سلاميات قصيرة. يتكون مناطق محمرة او بنية على الأوراق وكثيراً ما تخلو الأسدية من متوكها. يكون هذا المرض شديد الوطأة خلال الطقس البارد الرطب ويمكن أن يكون واضحاً في المحاصيل الخريفية او الشتوية ولايلاحظ في الصيف.

٥ - نقص الزنك في قصب السكر Zinc Deficiency in Sugarcane

إن الأعراض المبكرة والأكثر وضوحاً لنقص الزنك في قصب السكر هو ظهور لون أخضر شاحب على طول العروق الكبيرة في الورقة. تتميز أعراض نقص الزنك عن أعراض نقص الحديد أو المنجنيز حيث تكون في حالة الحديد والمنجنيز الخطوط الصفراء بين العروق اما في حالة نقص الزنك فان تأثيره يكون في عدم تكوين كلوروفيل على طول العروق، وكذلك فان المناطق بين العروق تصبح أكثر شحوباً بزيادة نقص الزنك. عندما تصبح الاعراض شديدة

يحدث موت وتحلل في العروق وفي النهاية تموت القمم النامية. الاشطاءات الحديثة تكون بمجرد خروجها مصفرة ويبدأ موت وتحلل الأوراق من القمم ويتجه إلى أسفل.

الوقايــة:

يمكن اصلاح نقص الزنك عن طريق اضافة الزنك على شكل كبريتات الزنك او Zinc Chelate إلى النباتات أو إلى التربة. أما في الأشجار فيمكن معالجة نقص الزنك وذلك برشها (١.٥ – ٢) كغم كبريتات زنك لكل ١٠٠ جالون ماء/ اكار. نظراً لأن الزنك يستعمل خلال الموسم ويفقد عندما تسقط الأوراق فيجب أن تكرر عملية الرش كل سنة ويجب الحذر من أن تراكمه في التربة يسبب تسمم الزنك. إن عملية إضافة الزنك إلى التربة على شكل كبريتات زنك تجرى وقت زراعة البذور حيث توفر للنبات الزنك خلال فترة النمو وهذا يعني أنها أفضل من عملية الرش.



شكل رقم ٣٥: أعراض نقص الزنك في البيكان



شكل رقم ٣٦: أعراض نقص الزنك في الذرة. يبقى العرق الوسطي وحواف الأوراق خضراء.

١١ - أعراض نقص النحاس Copper - Deficiency Symptomes

يعتبر النحاس من المكونات الاساسية في العديد من الأنزيمات النباتية المختلفة منها بولي فينول اوكسيديز، مونوفينايل اوكسيديز، لاكتيز، أسكوربك أسد اوكسيديز وسيتروكروم اوكسيديز. ومن الوظائف الحيوية الهامة لاملاح النحاس هي المساعدة في اكسدة بعض المركبات العضوية لتشكل الماء في النهاية. يعتبر النحاس عنصر اساسي للأنزيمات الناقلة للالكترونات من المادة إلى الاكسجين. هناك بعض الادلة على أن النحاس يتعلق بعملية التنفس في النبات. إن للنحاس دوراً في تفاعلات التمثيل الضوئي وفي تنشيط الاكسينات مثل أندول أستك أسد (IAA). كذلك فان النحاس قد يتدخل في تشكيل الكلوروفيل. ولقد أعتقد أن للنحاس ضرورة في بناء حديد بورفايرين Ieron Porphyrin كبادىء للكلوروفيل.

إن أكثر الأراضي التي تعاني من نقص النحاس هي أراضي المروج المستصلحة، الأراضي ذات البقايا النباتية المتحللة والأراضي الرملية الفقيرة والأراضي الحصباء (ذات

الحصى الكثير). وكذلك يظهر نقصه بشدة في الأراضي الرملية ذات المحتوى الكلسي العالي. يبدو أن بعض الأراضي ذات المحتوى العال من المادة العضوية تربط كميات كبيرة من املاح النحاس وتجعلها بشكل غير متوفر للنبات، لذلك فان اضافة الجير إلى التربة يقلل من توفر النحاس للنبات وتظهر أعراض نقص النحاس.

يضاف النحاس إلى التربة أو يرش على النباتات وتفضل عملية الرش عندما يكون محتوى التربة من المادة العضوية عالياً.

تختلف أعراض نقص النحاس إختلافاً كبيراً بين الأنواع المختلفة من النباتات، لكنها بشكل عام تشترك في بعض الصفات. تفقد النباتات حيويتها وقوتها. تكون الأوراق أصغر من الوضع الطبيعي وينتشر لون أخضر مزرق على الأوراق، تتفكك الخلايا البلاستيدية العلوية، يتكون فجوات بينها ولاتلبث أن تنهار الخلايا ويظهر مناطق ميتة ومتحللة على الورقة.

امراض نقص النحاس

١ - امراض الأراضي المستصلحة في الحمضيات والأشجار المثمرة الأخرى:

من الأمراض الهامة التى تظهر على أشجار الفاكهة نتيجة نقص النحاس هو مرض الاكزنثيما Exanthema او موت القمم Die - back في كل من الحمضيات، الكمثرى، البرقوق، الخوخ والتفاح. تظهر أعراض هذا المرض على شكل موت قمم الأفرع، يظهر على المجموع الخضري احتراق الحواف أو إصفرار وتورد. تظهر جيوب صمغية وهي أولى أعراض المرض في الحمضيات وتكون على النموات الحديثة والأفرع. يكون موقع هذه الجيوب بالقرب من البرعم أو عقدة الورقة وتكون الجيوب مملوءة بمادة صمغية عنبرية اللون شفافة وتسمى Clear- amber Colored gum. كلما تقدمت الحالة المرضية يصبح الصمغ صلباً وتتكون مادة بنية على طول النموات الحديثة. تسقط الأوراق وتأخذ الشجرة مظهر سيء جداً.

للمرض عدة أسماء منها الصدأ الأحمر Red Rust، البرعم المتضاعف multiple bud او اسم Ammoniation وقد سمي بالأسم الأخير لأن شدة المرض تزداد عند إستعمال

أسمدة الأمونيا. يظهر على الأغصان الغضة القوية في أشجار البرتقال اوراق كبيرة غير طبيعية بينما الفروع تشكل حرف (S) ولاتنمو مستقيمة. يظهر إنتفاخات صمغية مثل البثرات الصغيرة على الأغصان الحديثة ثم تتكشف إلى تمزقات طويلة محاطة بحواف بنية محمرة والتي يخرج منها صمغ أحمر مصفر في الجو الرطب. يمكن أن يغطي الصمغ السطح الخارجي للفروع الحديثة بافرازات بنية محمرة. تفقد الأفرع المصابة أوراقها ويحدث لها موت قمم. أما الفروع الجانبية التي تتكشف من قواعد الأفرع التي ماتت قممها تعطي مظهر مكنسة الساحرة Witches - broom. تصبح عروق الأوراق صفراء وتسقط الأوراق تاركة الفرع عار مصفراً ومصبوغاً بصبغة بنية ولاتلبث أن تموت القمم. تكون الثمار صغيرة وكثيراً ما يظهر عليها بطش بنية او محمرة غير منتظمة ويمكن أن تجف الثمرة او تتشقق وتنفتح وقد يكون فيها الصمغ واضحاً.

أما في أشجار التفاح يسمى المرض القمة الذابلة Wither tip أو موت القمم الصيفي Summer dieback إن هذه الاعراض بالاضافة إلى تشقق القلف والافرازات الصمغية في الحالات الشديدة الاصابة تكون مميزة على البرقوق، المشمش، التفاح، الخوخ، الكمثرى والزيتون.

٢ - امراض الأراضي المستصلحة في الذرة وقصب السكر:

تظهر أعراض نقص النحاس في الذرة وقصب السكر على الاوراق الحديثة وتكون اكثر وضوحاً على النباتات غير التامة النمو. تكون الأعراض المبكرة على شكل اصفرار واضح في الأوراق العلوية الاحدث سناً ويكون هناك تقزم بسيط في النمو. اما في حالات الاصابة الشديدة فان النبات يتقزم بشكل واضح ويقف النمو وتتجعد قمم الأوراق وتصبح الأوراق الحديثة صفراء باهتة جداً وتموت قمم بعض الأوراق القديمة. أخيراً تتلون قمم وحواف الأوراق كما في حالة أعراض نقص البوتاسيوم. في حالات نقص النحاس الشديدة نادراً ما تكمل النباتات دورة حياتها وعادة ما تموت مبكراً او في منتصف موسم النمو.

لقد وجد في الدراسات التشريحية على نباتات الشوفان التي تعاني من نقص النحاس أن خلايا النبات تكون ذات بشرة رقيقة مع وجود طبقة كيوتكل ضعيفة والياف قليلة غير ملجننة

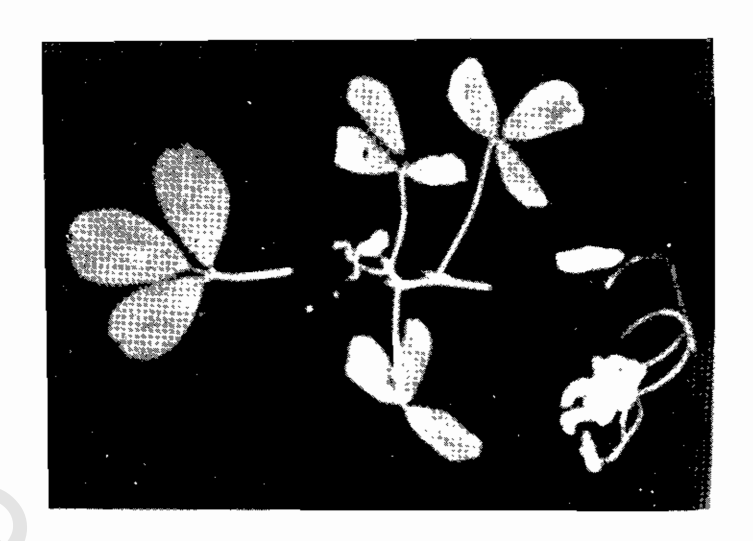
في القشرة. كانت طبقة الميزوفيل أقل تكشفاً وتميزاً منها في الحالة العادية مع وجود خلايا منضغطة. تكون البلاستيدات في المنطقة الصفراء متحللة وتحتوي الخلايا أجسام بنية شبه تنينية. تقل أعداد الشعيرات على الأوراق والجذور.

اما في قصب السكر فتكون أعراض نقص النحاس على شكل ضعف تكشف فسائل القصب، تدلي القمم، اصفرار الأوراق وتفشل المغازل في أن تلتف. يظهر اللون الاصفر على شكل تخطيط في الأوراق. تكون الأوراق طرية، تكون الاغصان والمغازل مطاطية القوام ويمكن أن تنثني بدون أن تنكسر. تظهر الأعراض فقط عندما يكون محتوى اوراق الساق حوالي ٣ - ٤ جزء في المليون أو أقل.

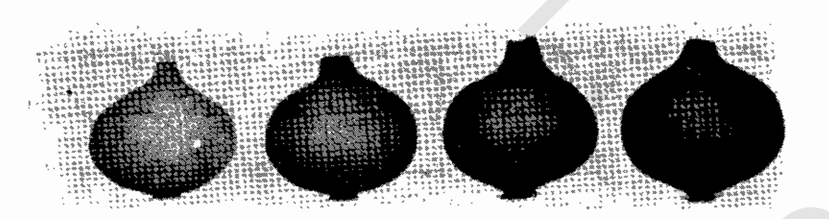
٣ - أمراض الاراضي المستصلحة في البقوليات، الطماطم والبصل

تظهر أعراض نقص النحاس في البقوليات ونباتات العلف على شكل ظهور لون أخضر رمادي او أخضر مزرق او أخضر زيتوني. تتحول اوراق البرسيم الحجازي إلى اللون الباهت مع مظهر رمادي. يُظهر النبات تقزم في النمو، تصبح السلاميات قصيرة وتعطي نبات شجيري (شكل ٣٧).

اما نباتات الطماطم فتكون متقزمة تلتف حواف الأوراق إلى الداخل ويتكشف على النباتات مظهر مزرق. اما في نباتات البصل (شكل ٣٨) فان النبات يكون بصيلات (أبصال) صفراء باهتة تفقد تماسكها. تكون معظم النباتات المصابة محتوية أقل من ١٠ جزء في المليون من النحاس في المادة الجافة في حين أن الوضع العادي هو ٣٠ جزء في المليون وإذا زادت عن ذلك تسبب تسمم النبات. تظهر البصيلات المصابة غير طبيعية المظهر ذات قشور صفراء رقيقة. إن اضافة ١٠٠ - ٣٠٠ باوند كبريتات نحاس/ اكار يزيد سماكة قشور الأبصال ويغير لونها إلى اللون البني اللامع.



شكل رقم ٣٧: أعراض نقص النحاس في البرسيم الحجازي. في الشمال النبات لايعاني من النقص اما في الوسط فان النبات يعاني قليلاً اما في اليمين فان الأعراض توضح شدة المعاناة.



شكل رقم ٣٨: تأثير نقص النحاس على تلون حراشف البصل من الشمال إلى اليمين بالتدريج

١٢ - أعراض نقص الموليبديم

Molybedenum - Deficiency Symptoms

يعتبر الموليبديم مرافق اساسي في تمثيل النيتروجين في النباتات الراقية وتحتاجه النباتات لإختزال النيتريت وتمثيلها. إن هذا العنصر يعتبر اساسياً في تغذية النبات والكميات التي يحتاجها النبات منه تختلف حسب أنواع النبات. يختلف تركيز الموليبديم في النبات باختلاف الأنواع النباتية فهو يتراوح من أقل من واحد جزء في المليون إلى أكثر من ٣٠٠ جزء في المليون. كذلك فان النباتات تختلف في مقدرتها على استخلاص الموليبديم من محلول التربةوهذا يوضح إختلاف تركيزه في النبات.

لقد أثبتت الابحاث بشكل واضح أن الموليبديم له دور أساسي في أنزيم أختزال النيتريت أو المساعد الأنزيمي. كذلك فان الموليبديم يقوم بدور هام في مجموعات الانزيمات وأن محله لايمكن أن يشغله اي معدن آخر ويقوم باختزال النيتريت غير العضوية إلى شكل يستطيع أن يستفيد منه النبات في بناء البروتين، وبالتالي فان الموليبديم يدخل في عمليات تثبيت النيتروجين الجوي في العقد الجذرية في نباتات البقوليات بواسطة البكتيريا *Azobacte*.. إن الدور الأساسي الذي يقوم به الموليبديم في إختزال النتريت هو نقل الكترون من (TPNH) او (DPNH) إلى النيتريت ليكون نترايت Nitrite وأخيراً يتحول هذا الاخير إلى أمونيا والتي هي عبارة عن شكل من أشكال النيتروجين التي يمكن أن يستعملها النبات فوراً ليكون أحماض أمينية. ولقد ثبت أن الموليبديم هو المعدن الأصيل في عمليات ميتابولزم النيتروجين.

يوجد للموليبديم ادوراً أخرى في النبات فيحتاج إليه النبات في بناء حمض الاسكوربيك وكذلك يساهم في جعل الحديد متوفر فسيولوجياً للنبات. يخفف الموليبديم من الأضرار التي تحصل للنبات عند وجود كميات كبيرة من المعادن مثل النحاس، البورون، النيكل، الكوبلت، المنغنيز والزنك.

يبدو أن المولبيديم واسع الإنتشار بكميات صغيرة في الزيوت المعدنية ورماد الفحم. إن دورة المولبيديم المتوفر للنبات في التربة تأخذ مجراها اساساً بواسطة النباتات والكائنات الحية الدقيقة. إن توفر المولبيديم للنبات تبين أنه يزيد بزيادة الجير واملاح الكوبلت.

تظهر أعراض نقص المولبيديم عادة على الأوراق القديمة اولاً ثم بعد ذلك تتقدم إلى أعلى في الأوراق الحديثة حتى تموت القمة النامية. تذبل الازهار او تتوقف عن النمو وأخيراً يموت النبات. تكون هذه الاعراض متبوعة بانخفاض في الانتاج الطبيعي وينخفض محتوى النبات من البروتين ومجموع النيتروجين الذائب والكلوروفيل.

الأمراض المتسببة عن نقص المولبيديم:

١ - مرض الورقة السوط في القرنبيط والصليبيات

Whiptail of Cauliflower and other Brassicas.

يعتبر القرنبيط والصليبيات من النباتات الحساسة لنقص المولبيديم وإن مرض الورقة السوط من الأمراض المميزة والواضحة لنقص المولبيديم (شكل ٣٩). تبدأ الأعراض على شكل مناطق دائرية صغيرة شفافة بين العروق الرئيسية وبالقرب من العرق الوسطي. تتسع هذه المناطق وتصبح مثقبة كلما إتسعت الورقة. تنمو أنسجة الورقة بدون إنتظام مسببة حدوث تموجات وتشقق في حواف الورقة، تفقد الورقة جزءاً كبيراً من نصلها بدون إنتظام بحيث يبقى أجزاء صغيرة محيطة بالعرق الوسطي للورقة الذي يبدو مثل السوط عارياً تقريباً من معظم النصل ومن هنا إشتق اسم المرض. تلتف الورقة إلى الداخل وتأخذ شكل الفنجان وتصبح الأوراق الحديثة شاحبة كلما امتدت الأوراق يلتف العرق الوسطى بصورة غير طبيعية. تنهار طبقة البشرة ويتبعها الميزوفيل ويتجعد وينكمش الكلوروبلاست ويتحطم. يتكشف بطش صفراء باهتة بين العروق في بعض أنواع الكرنب Brussels Sprouts معطية الأوراق مظهر التبرقش.

يظهر هذا المرض في العائلة الخبازية ويسمى Strap Leaf of hibiscus والأعراض تشبه ماذكر سابقاً في القرنبيط، إلا أنه هنا يظهر إنهيار الجزء الأكبر من مركز الزهرة وبالتالي

الثمرة. يكون تكوين البذور غير طبيعياً وتفشل البذور أن تتكون بعد الاخصاب. تكون الثمار غير مناسبة للاستهلاك سواء للأكل او لصناعة الجلي. يبقى غلاف الثمرة أخضر وتتجعد البذور قبل النضج.

٢ - البقعة الصفراء او البرتقالية في الحمضيات

Yellow Spot or Orange Spot of Citrus

تظهر اعراض هذا المرض في البداية على النموات الحديثة بعد أن تكون الأوراق التي تكونت في بداية الصيف قد اكتمل نموها حيث تتكشف بقعاً بيضاوية مائية المظهر لاتلبث أن تتحول تدريجياً إلى اللون الاصفر وتصبح ميتة متحللة في النهاية. يتكون مناطق صفراء غير منتظمة غالباً ماتكون في صفوف بين العروق الرئيسية وتتكشف غالباً على طول حافة الورقة. تصبح هذه المناطق خلال الخريف مشربة بمادة صمغية راتنجية والتي تُفرز خلال السطح السفلي للورقة مكونة ترسبات بنية محمرة يصل قطرها إلى $\frac{١}{٤}$ إنش في اليوسفي (الماندلينا mandarins) وتصل $\frac{١}{٢}$ إنش في الكريب فروت. عندما يكون النقص في المولبيديم اكثر شدة يزداد عدد البقع وتسقط الأوراق مبكراً. تظهر الاعراض (البقع) بشدة وتسقط الأوراق كثيراً خلال موسم النمو وفي الخريف تصبح الأشجار ضعيفة شبه عارية غير حيوية المظهر.

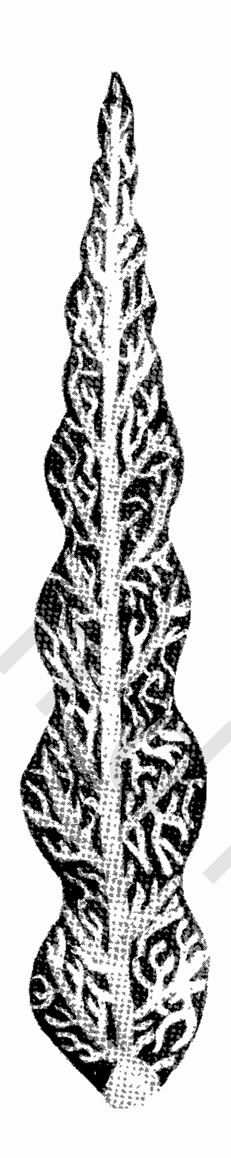
٣ - سمطة الفاصوليا واصفرار البقوليات

Bean Scald and Yellow of Legumes

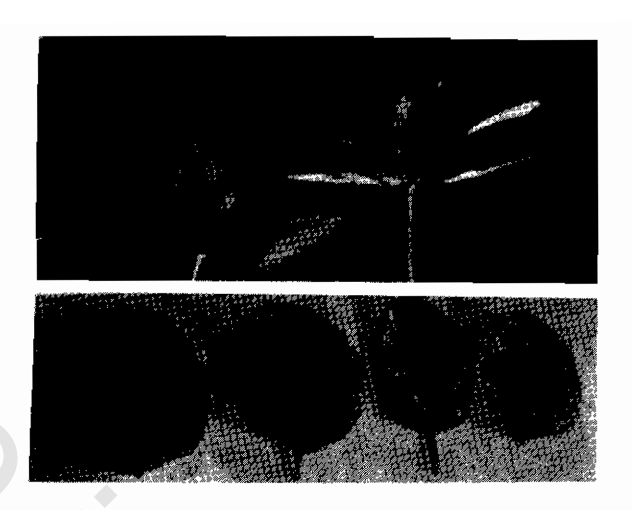
إن نقص المولبيديم في البقوليات يكون مرتبطاً تماماً مع وقف النترجة (nitrification) والتي تسبب أعراض نقص النيتروجين. تظهر الاعراض على الفاصوليا على شكل شحوب وظهور تبرقشات بين العروق تكون متبوعة بموت وتحلل الأنسجة بين العروق وفي حواف الأوراق. بالنسبة للبرسيم الحجازي والبرسيم والبسلة تصبح النباتات متقزمة وخضراء باهتة، يكون الشحوب في البداية متركزاً بين العروق ولكن لايلبث أن ينتشر فوق سطح الورقة والتي تموت وتسقط قبل إكتمال نموها (شكل ٤٠).

المقاومـــة:

يعالج نقص المولبيديم عادة باضافة ٣٠ غرام من مولبيدات الصوديوم او الأمونيوم إلى ١٠٠ جالون ماء ويرش على الاكار، وكذلك تزويد التربة بالجير له تاثير جيد في الاراضي سيئة الصرف والأراضي الحمضية حيث تكون أعراض النقص شديدة.



شكل رقم ٣٩: أعراض مرض الورقة السوط في القرنبيط.



شكل رقم ٤٠: أعراض نقص الموليبديم على البرسيم الأحمر، فول الصويا. النبات في الشمال كنترول في كلا الحالتين.

١٣ - اعراض نقص الكلور Chlorine - Deficiency Symptoms

إن الكلور شائع الوجود في الأراضي على شكل كلورايد وينتقل بسهولة خلال التربة فى محلول التربة الذي منه يمتص النبات احتياجاته. كذلك فان كلوريد الصوديوم هو أيضاً موجود بكميات كبيرة في الحفر بالقرب من البحر وجزء كبير منه يصل للتربة مزوداً إياها بالكلور والصوديوم.

درس نقص الكلور على نباتات الطماطم في المراحل الأولى لنموها. تظهر الأعراض على شكل ذبول قمم النصل في الوريقات والذي يكون متبوعاً بشحوب، لون برنزي وموت وتحلل مناطق في قواعد الأوراق مسبباً الذبول. تفشل النباتات المصابة بشدة في تكوين الثمار.

أما في بنجر السكر يظهر أولاً شحوب بين العروق في الأوراق الوسطية مشابهاً إلى حد ما أعراض نقص المنغنيز. تأخذ الأوراق مظهر التبرقش والذي يصبح واضحاً فقط خلال تمريره للضوء. تتحول هذه المناطق أخيراً إلى اللون الأخضر الفاتح وتكون ناعمة منخفضة ومتسعة. في بعض الحالات فان الجذور الثانوية تصبح مقطعة.

ثانياً: الاضرار الناتجة عن زيادة العناصر المعدنية (التسمم المعدني)
Injuries Due To Mineral Excess (Mineral Toxicity)

إن العناصر المعدنية الموجودة في التربة سواء كانت مطلوبة للتغذية العادية في النبات ام لا، تمتص كلها إلى حد ما بواسطة النبات. يحتاج كل نبات إلى عناصر أساسية بكميات مثلى لنموه الطبيعي ولكن إذا وجدت هذه العناصر بكميات فائضة فان النبات يمكن أن يمتصها ويتراكم بكميات سامه. إن التوازن النسبي بين عديد من هذه العناصر له تأثير وأهمية حيوية في حياة النبات. إن الزيادة الكبيرة مثل النقص الكبير لكثير من العناصر المعدنية حيث أنهما يعملان (الزيادة والنقص) على احداث خللاً في التوازن النسبي بين العناصر الغذائية وهذا يؤدي إلى تكشف غير طبيعي في النبات. إن زيادة العناصر للنبات تؤدي إلى ظهور أعراض مرضية مثل نقص العناصر وبالتالي فان دراسة الزيادة المعدنية في التربة او في النبات من الأهمية بمكان.

إن مقدرة النبات على تحمل نسبة زائدة من العناصر المعدنية يختلف باختلاف المتطلبات الغذائية للنوع النباتي وتحمله الوراثي، ومقدرته على إمتصاص وتراكم أيونات مختلفة، ويعتمد أيضاً على نسبة العناصر المختلفة في التربة كل بالنسبة للآخر. بينما المتطلبات الغذائية تعتمد بشكل كبير على الصفات الوراثية للنوع النباتي إلا أن الامتصاص الغذائي وتراكم العناصر يعتمد أيضاً على عوامل فيزيائية للتربة، مثل تركيب وحموضة التربة. بعض العناصر مثل الالومنيوم عالية القابلية للذوبان ومتوفر في الاراضي الحمضية ولكنها ترتبط بقوة وتكون غير متوفرة للنبات في الأراضي القلوية. إن ذوبان وتوفر المعدن بالاضافة إلى الكميات الأولية الموجودة في التربة تكون اكثر العوامل أهمية في تأثيرها على الامتصاص.

إن النسبة بين العناصر المختلفة الموجودة في التربة أيضاً تؤثر على سميتها. فمثلاً إن زيادة بعض المغذيات المعدنية يؤدي إلى نقص العناصر الأخرى. إن زيادة النيتروجين يمكن أن تؤدي إلى نقص المغنيسيوم او الكالسيوم. زيادة النيتروجين او الفسفور تسبب نقص البوتاسيوم. زيادة البوتاسيوم تسبب نقص المغنيسيوم او الكالسيوم. زيادة المغيسيوم او الصوديوم يمكن أن تؤدي إلى نقص الكالسيوم. بعض العناصر الأخرى خاصة العناصر

النادرة وايونات معدنية مغايرة يمكن أن تشجع النقص او السمية المباشرة. إن زيادة الكروم، الكوبالت، النحاس، المنجنيز، النيكل او الزنك يمكن ان تسبب نقص الحديد بالاضافة إلى السمية المباشرة.

إن التركيزات العالية خاصة من املاح، الكالسيوم، المغنيسيوم، والصوديوم يمكن أن تغير الضغط الاسموزي في محلول التربة إلى درجة تكون سامة للنبات وتؤدي إلى تثبيط نمو واحتراق الأوراق.

إن الكميات الزائدة من المعادن الأخرى يمكن أن تكون سامة مباشرة للبروتوبلاست او سطوح الأغشية وتقتل الأنسجة إن أكثر التأثيرات شيوعاً لزيادة المعادن هو احداث تحويرات في نمو وصفات الثمرة او تجعل النبات مهيئاً لتأثير الظروف الجوية الأخرى او يكون شديد القابلية للاصابة بالأمراض الطفيلية.

ا - تأثير زيادة النيتروجين Excesses of Nitrogen

إن النيتروجين بشكل عام هو اكثر العناصر الغذائية المعدنية نشاطاً وتأثيراً في النبات من حيث مشاركته في التغذية الزائدة للنباتات. تحت الظروف العادية فان النيتروجين نادراً ما يكون موجوداً بكميات كافية أو زائدة بحيث تسبب اضراراً للنبات وخاصة نباتات المحاصيل، ولكن يمكن أن توجد كميات كبيرة من النيتروجين وتزداد بحيث تصل إلى مستوى ضار للنبات وتكون هذه الزيادة ناتجة عن بعض العمليات الزراعية او عن طريق إضافة كميات كبيرة من الأسمدة النيتروجينية. إن وجود كمية زائدة عن حاجة النبات من النيتروجين في التربة يسبب اضراراً واضحة على النبات ويمكن تلخيصها في النقاط الآتية:

١ - يمكن أن تسبب زيادة النيتروجين تأخير نضج المحصول وذلك لأن النيتروجين يشجع النمو الخضري وعدا عن ذلك فان النموات الخضرية الزائدة تعرض النبات لأضرار التجمد او لاضرار الشتاء. كذلك ينخفض مستوى العصير وصفاته في قصب السكر. يقل إنتاج الطماطم. تتخزن في جنور بنجر السكر مركبات نيتروجينية ضارة وتنخفض نسبة السكر. أما في الحمضيات فتكون الثمرة صغيرة وسميكة القشرة ويبقى لونها أخضر.

أما في التفاح فتكون الثمار صغيرة وتتساقط واحياناً تتأخر في النضج ويكون تلونها غير ملائم للون الطبيعي.

٢ – كذلك فان زيادة النيتروجين وامتصاصها من قبل كثير من المحاصيل تجعل القش ضعيفاً وتسبب الرقاد في محاصيل الحبوب. كذلك فان زيادة النيتروجين تسبب زيادة كبيرة في طول النبات وزيادة طول السلاميات مع ضعف الساق وثقل السنبلة يؤدي إلى الرقاد حيث لايستطيع الساق أن يحمل ثقل السنبلة (قد يكون هذا من ضمن أسباب الرقاد).

٣ – إن زيادة توفر النيتروجين في التربة يجعل النبات ذو إنتاجية سيئة النوعية او ذات نوعية منخفضة وهذا يلاحظ جيداً في بعض الحبوب والثمار مثل الشعير والخوخ. كذلك فان قدرة الثمار والخضراوات على تحمل الشحن والتخزين تكون ضعيفة.

٤ – إن زيادة استعمال النيتروجين من قبل النبات تجعل النبات ذو مجموع خضري عصاري وجدر الخلايا ضعيفة وبالتالي يقلل من مقاومة النبات للأمراض الطفيلية. ومن ناحية ميكانيكية فان النيتروجين يؤثر على بعض العمليات الفسيولوجية في النبات تجعله اكثر حساسية للاصابة بالطفيليات المرضية.

يجب أن نشير هنا إلى أن عملية الرقاد في الحبوب ليست ناتجة مباشرة عن زيادة محتوى التربة من النيتروجين ولكنها قد تكون راجعة إلى حد ما لتظليل النباتات نتيجة النمو الكثيف وتقليل الاضاءة على المنطقة السفلية من النبات وهذا عاملاً مهماً في إنتاج تركيبات ميكانيكية ضعيفة لاتقوى على حمل النبات. إن كمية النيتروجين التي تضاف إلى محاصيل الحبوب قد تؤدي إلى نتيجة ضعيفة في اصلاح نقص النيتروجين أما إذا أضيفت إلى محاصيل أخرى أو إلى الخضراوات فانها تعطي نتيجة عالية جداً من حيث النوعية والكمية.

إن رغبة المزارعين او أصحاب حدائق الازهار في الحصول على أعلى نمو، غالباً ما يقودهم إلى استعمال كميات كبيرة من الاسمدة النيتروجينية إما على شكل خليط من المواد العضوية أو أسمدة تجارية. في حالة توفر نسبة عالية من النيتروجين في التربة تسبب اضراراً للنباتات، هذه الاضرار تشبه إلى حد ما في أعراضها أعراض اضرار القلوية (خفض او وقف النمو، شحوب المجموع الخضري ومايتبعه من احتراق او التلون باللون البني وظهور لون

صدئي او تآكل المجموع الجذري). إن الاعراض السالفة الذكر تظهر في مزرعة صناعية مزروعة ببسلة الزهور والتي تكون فيها كمية النيتروجين المتوفرة عشرة أضعاف كمية النيتروجين المتوفرة في أي تربة أخرى خصبة من نفس النوع. إن زيادة استعمال الأسمدة النيتروجينية يمكن أن يؤدي إلى بعض التصمغ وموت القمم في الحمضيات واللوزيات وتحت بعض الظروف الخاصة في التربة. كذلك فان إختيار نوع السماد النيتروجيني غير الملائم يمكن أن يكون مسئولاً عن الاضرار الناشئة عن زيادة النيتروجين اكثر منه عن استعمال كمية كبيرة من النيتروجين.

هناك مرضاً يظهر على أشجار التفاح في بعض المناطق خاصة في أمريكا (منطقة كولورادو) بسبب يزادة استعمال النتريت (nitrate) الذائبة يسمى تسمم النتريت Niter Poi-soning، حيث في هذا المرض يظهر حروف او تلون بني على حواف الأوراق.

٢ - تاثير زيادة البوتاسيوم Excess of Potash

إن وجود البوتاسيوم بكميات كبيرة وزائدة في التربة بحيث تسبب التسمم هي نادرة جداً ولكن يمكن أن تنشأ من كثرة وطول مدة استعمال الأسمدة البوتاسية او النيتروجينية. إن المستوى المرتفع من البوتاسيوم ليس ساماً مباشرة ولكن يبدو أن التاثيرات الاساسية هى احداث نقصاً في الايونات الأخرى مثل، كالسيوم، مغنيسيوم او الحديد، وبالتالي فان أعراض زيادة البوتاسيوم يمكن أن تشابه أعراض نقص تلك العناصر. إن البطش الشاحبة او الصفراء البرتقالية وخفض النمو تميز زيادة البوتاسيوم وإنخفاض المغنيسيوم وهذه في احدى التجارب ظهرت على التفاح صنف ماكنتوش بعد أن سمدت التربة ثلاثة سنوات متتابعة بكميات كبيرة من الأسمدة البوتاسية. لقد أظهرت التحليلات الكيماوية أن الأوراق في المجموع الخضري كانت عالية المحتوى من البوتاسيوم ومنخفضة المغنيسيوم، وأن الاغصان حديثة النمو كانت منخفضة في كل من المغنيسيوم والكالسيوم.

كذلك فان زيادة البوتاسيوم تسبب شحوب باهت مصفر مع لون مغاير أخضر في العروق وهذا مشابهاً لنقص الحديد حيث قد تكون هذه الاضرار الحقيقة لزيادة البوتاسيوم راجعة لنقص الحديد.

نظراً لأن البوتاسيوم قلوي مثل الصوديوم وبالتالي فان التركيزات العالية التي تزيد عن ٣٪ في الأوراق يمكن أن يكون لها تأثيراً ضاراً مشابه اضرار القلوية. يمكن أن يعمل البوتاسيوم مع الصوديوم او يكون بديلاً له وبالتالي يحدث عدم توازن في نسبة الصوديوم إلى الكالسيوم. إذا كانت نسبة الصوديوم (او البوتاسيوم) إلى الكالسيوم عالية جداً فان هذا يسبب حدوث أعراض نقص الكالسيوم. لذلك فان البوتاسيوم المرتفع يضعف امتصاص الكالسيوم ويثبط تكشف النبات ويسبب نقص الكالسيوم.

٣ - تأثير زيادة الصوديوم والكالسيوم

Excess of Sodium and Calicum

إن الكميات الزائدة من الصوديوم او الكالسيوم يمكن أن تسبب اضراراً مباشرة للنبات، ولكن غالباً ماتكون الاضرار متعلقة بالملوحة و/ او الصفات القلوية التي تضيفها هذه العناصر إلى التربة. بينما في كثير من الحالات يَحدثا مع بعضهما البعض، إلا أن الملوحة والقلوية تعكس اوضاعاً متمايزة ليست دائماً متشابهة.

تعتبر التربة ملحية عندما يكون مجموع محتواها من الأملاح الذائبة عالياً، هذا يعني، عندما يكون هناك املاحاً كافية بحيث تؤثر على نمو النبات تأثيراً عكسياً. يصبح نمو النباتات الحساسة ضعيفاً عندما يزيد محتوى التربة من الملح عن ٠.١٪. وبكلمة اكثر دقة يمكن أن يقال بأن التربة ملحية عندما يكون للمحلول المستخلص من عجينة التربة المشبعة قيمة توصيل كهربائية (EC: Electrical Conductivity) تساوي mmho (٤) لكل سنتيمتر من مستخلص التربة. إذا كانت قيمة التوصيل الكهربائى أقل من ٢ (mmho) فان تأثير الأملاح حتى على النباتات الحساسة يكون مهملاً. إذا كان التوصيل فوق (mmoh 16) فان عدداً قليلاً جداً من النباتات المتحملة للملوحة تبقى حية وتعطى إنتاجاً. يمكن أن تكون الاراضي عالية الملوحة بشكل طبيعي عندما تكون المواد الاصلية التي إنحدرت منها الاملاح قد تحللت في التربة وأن

الامطار وماء الري غير كاف لغسل الاملاح وطردها من التربة. إن الاملاح المختلفة التي منها الصوديوم، الكالسيوم والمغنيسيوم اكثر شيوعاً في المشاركة في الملوحة. كذلك فان المستويات العالية من الأسمدة أيضاً تشارك في تجمع الاملاح ويمكن أن تكون فعالة او ذات كفاءة في تحديد الحالة الزراعية في المنطقة.

تحتوي الأراضي القلوية على كميات كبيرة من الصوديوم القابل للامتصاص ولكن ليس بالضرورة أن يكون هناك ارتفاعاً في الاملاح الكلية. يقال أن الصوديوم مرتفعاً عندما تكون النسبة المئوية للصوديوم المتبادل تزيد عن ١٥٪. يعتبر الصوديوم ضاراً عندما تكون كمية الصوديوم القابل للتبادل بحدود ٥٪، وهذا أعلى مستوى من الصوديوم تكون عنده الأراضي القلوية ضارة للنبات.

بالاضافة إلى أن التربة تكون عالية المحتوى من الصوديوم فان رقم الحموضة في الأراضي القلوية يكون عادة فوق ٨,٥. إن مثل هذا الرقم المرتفع يدل ليس فقط على أن الصوديوم مرتفع، ولكن يدل أيضاً على وجود المادة القلوية الأرضية (الجير) ولكن يكون التوصيل الكهربائي للمستخلص المشبع للأرض القلوية لوحدها تكون عادة أقل من 4 (mmho/ سم.

يمكن أن تكون التربة ملحية او قلوية او كلاهما. عندما تكون الاملاح الذائبة والصوديوم القابل للتبادل مرتفعة فان التربة يشار إليها بانها ملحية – قلوية. تكون التربة قلوية فقط عندما يكون الصوديوم موجود بزيادة مفرطة، وتكون الأراضي ملحية عندما يكون مجموع الاملاح موجود بكمية كبيرة. إن التأثير الضار للأراضي الملحية يكون اساسياً في خفض المعدل الذي يمتص به النبات الماء. إن الزيادة المفرطة في كمية الايونات المعدنية في الاراضي الملحية يزود الضغط الأسموزي إلى درجة يتكون عندها توتر في محلول التربة والتي عنده لاتستطيع النباتات أن تمتص الماء. وفي الواقع فان التربة تبقى ماسكة الماء بقوة اكثر مما يبذله النبات للحصول على الماء وبالتالي يكون النبات غير قادراً على إمتصاص ماء كافٍ ليقوم بأعماله طبيعياً ويظهر اوضاع سيئة من قلة الماء.

كلما زاد مستوى الملوحة ينخفض نمو النباتات غير المتحملة للملوحة ويقل إنتاجها. إن خفض النمو يكون أحياناً متبوعاً باضرار في الورقة. تصبح الأوراق أصفر ذات لون أخضر مزرق داكن اكثر منه في الحالة الطبيعية، تصبح قمة الورقة او الحواف بيضاء، ذات لون أحوى او مائل للبني حسب نسبة درجات الملوحة. يمكن أن تصبح الأوراق ذات لون برنزي وتسقط مبكراً وهذه تكون صفات كثيرة الحدوث (شكل ٤١). إن الاضرار التي تحدث للورقة يمكن أن تكون اكثر الأعراض المرئية حدوثاً في الاراضي الملحية ولكنها ليست ذات درجة أهمية تساوي أهمية خفض الانتاج ووقف النمو.

لقد تبين في بعض الأبحاث أن الخضروات كانت اكثر حساسية من المحاصيل الحقلية ومن نباتات العلف وأن إنتاجها قد إنخفض ١٠٪ عندما كانت قيمة التوصيل الكهربائي أقل من (2 mmho) لكل سنتيمتر. أما في كل من الجزر، البصل والفاصوليا فقد إنخفض إنتاجها ٥٠٪ على قيمة توصيل كهربائي 4 mmho/ سنتيمتر.

إن كلاً من أشجار المشمش، التفاح، اللوز، البرقوق والكمثرى تبين أنها متحملة لقيمة ٠.٥٪ أملاح قبل أن يبدأ المجموع الخضري يتأثر. هناك عوامل كثيرة تؤثر على قدرة النبات في تحمل الملوحة، هذه العوامل التي تهيء النبات لتحمل الملوحة يجب أن تكون واضحة ومعروفة قبل دراسة النبات وعلاقته بالملوحة. هناك بعض النباتات تنمو بقوة حتى عند ريها بماء البحر إذا كانت الظروف بطريقة او بأخرى ملائمة تماماً للنبات، هذه الظروف الملائمة تتطلب تربة رملية خفيفة بحيث لاتتجمع فيها الاملاح ولكنها تسمح للاملاح بالعودة إلى البحر أما عن طريق الماء الأرضي او الماء السطحي.

بينما تكون الكميات الكبيرة من اي من الاملاح ضارة للنبات، إلا أن تركيب الاملاح لايزال أكثر أهمية، مثل تلك الاملاح الصوديوم، فان هذا الملح ضار بنفسه حتى عندما تكون الاراضي غير ملحية.



شكل رقم ٤١: تاثير زيادة الملوحة في التربة وأعراض الاضرار على أوراق التفاح.

امراض القلوية عالية الصوديوم

١ - القمة البيضاء في الحبوب White Tip Of Grains

إن هذا المرض شائعاً في كثير من مناطق زراعة الحبوب التي تعاني من ارتفاع نسبة الصوديوم في الأراضي القلوية. تظهر الاعراض على قمة الورقة بان تتحول إلى اللون الأبيض أو الأبيض المخضر، يلتف نصل الورقة، تفشل السنابل في أن تخرج من أغمادها كاملة ويمكن أن تكون الحبوب مشوهة، يمكن أن تكون النباتات متقزمة ويتوقف تكوين السنابل. من المعتقد أن القلوية تمنع النباتات من الحصول على كميات كافية من الحديد ومن المحتمل من عناصر أخرى. يمكن تحسين الظروف في التربة وذلك باضافة حمض الكبريت او الكبريت لتحميض التربة.

٢ - احتراق القمة او احتراق الصوديوم Tip Burn or Sodium Scorch

تمتص النباتات الصوديوم او الكلور بسرعة سواء عن طريق التربة او خلال الأوراق وبناءً على ذلك فان رش النموات الخضرية بالماء المالح يمكن أن يكون ساماً جداً. كلما كان امتصاص النبات سريعاً لهذه الكيماويات كلما توقعنا ضرراً أكثر للنبات. إن التركيزات السامة من كل من الصوديوم والكلور يمكن أن يتراكما في الأشجار المروية بالرش او التنقيط إذا كان محتوى الماء عال من الأملاح. إن أهم ما يميز الاعراض الناشئة عن مرض إحتراق القمة أنها كثيراً ماتكون على الأشجار المثمرة وعلى الأشجار ذات الثمار البندقية مثل الثمار اللبيه، والعنب واللوزيات بأنواعها، الحمضيات، البيكان الافوجادرو والأشجار الخشبية ونباتات الزينة. يظهر إبيضاض وموت وتحلل على حواف المجموع الخضري تتكشف عندما يتراكم في الأوراق أكثر من ٢٥. ٠ صوديوم او ٥. ٠٪ كلور على أساس الوزن الجاف. تزداد شدة الضرر بالنسبة لزيادة مستوى الصوديوم او الكلور. إن تجمع الصوديوم في أوراق الأفوجادرو يمكن أن يحدث بعض الالتباس مع أعراض احتراق الكلور حتى عندما تكون الأعراض مميزة. تبدأ الاضرار من الصوديوم وذلك بظهور بقع متحللة في/ على طول قمة الورقة، تتسع هذه البقع لتشكل بقعاً كبيرة بين العروق ومحددة بالعروق الثانوية. كثيراً ما يكون احتراق الصوديوم موجوداً ومتحداً مع احتراق الكلور. عندما تظهر البقع المحترقة فان محتوى المجموع الخضري من الصوديوم يكون عادة اكثر من ٤. ٠٪.

إن بعض الأنواع النباتية وخاصة الحمضيات وبعض الشجيرات يظهر عليها لون برنزي على الورقة وسقوط الأوراق مبكراً اكثر منه احتراق اوراق. إن موت أنسجة الورقة مباشرة يحدد نمو وإنتاج النبات وذلك حسب نسبة الأجزاء المتحللة والميتة ولكن إذا كانت النباتات حساسة للملوحة فان تأثير الاحتراق يمكن أن يكون مهملاً بالمقارنة مع تأثير الملوحة على ميتابولزم النبات.

٣ - مرض الجذر الأحمر Red Root Disease

إن نسبة الصوديوم إلى الكالسيوم يمكن أن تؤثر على درجة السمية تماماً كما يؤثر تركيز الصوديوم لوحدة، وهذا يكون واضحاً في مرض الجذر الأحمر في الاقحوان المسقي

بماء مرتفع المحتوى من الصوديوم، حيث تظهر أعراض المرض على شكل احمرار أجزاء من الجذور ويفقد الجذر شعيراته الجذرية وبعض الجذيرات الصغيرة الجانبية، تموت قمم الجذور بجانب وجود قطاعات محمرة. إن العرض الوحيد الذي يلاحظ فوق سطح التربة هو توقف النمو. يمكن منع المرض عن طريق خفض تركيز الصوديوم، إلا أنه يمكن أيضاً معالجة المرض بسهولة عن طريق رفع مستوى الكالسيوم وبالتالي تصبح نسبة الصوديوم إلى الكالسيوم منخفضة.

٤ - مرض تدهور القيقب The Maple Decline Disease

يمكن أن يتجمع كل من الصوديوم، الكالسيوم والكلور بتركيزات سامة وذلك عندما يستعمل كلوريد الصوديوم او كلوريد الكالسيوم على الطرق السريعة عندما يحدث عليها تجمد شديد للماء ويسمى Ice highways في الشتاء وذلك لتحسين الاحتكاك والمساعدة في اذابة الجليد، او عندما يضافا إلى الشوارع غير المرصوفة في الصيف لمنع إثارة الغبار، كذلك فان هذه الكيماويات تضاف إلى الطرق المتجمدة بين المزارع وحول البيوت. عندما تكون كميات الاضافة كبيرة او تتجمع في مسارات مائية محجوزة فان الأشجار الواقعة على جانبي مسارات صرف هذه المياه تتضرر وتظهر عليها الاعراض على شكل احتراق حواف الورقة وتأخذ الورقة شكل الفنجان ويصبح لونها باهتاً وتتقزم النموات الحديثة. يمكن أن تموت الأشجار خلال ٢ – ٦ سنوات. بينما في أنواع أخرى مثل الكرز البري فان الأشجار تستمر في النمو بشكل جيد. إن كلاً من كلوريد الصوديوم وكلوريد الكالسيوم من المعروف أنهما ضاران للنبات سواء عند إضافتهما للتربة او رشاً على النبات ولكن الاضافات التجريبية أثبتت أن كلوريد الصوديوم يعتبر سام (٥ – ١٠) أضعاف كلوريد الكالسيوم، ومع ذلك فان كلوريد الصوديوم يستعمل بشكل عام لقلة تكاليفه وسهولة استعماله.

كثيراً ما يكون المرض شديداً على الأشجار في المناطق شديدة الجفاف ويمكن أن يحدث في غياب زيادة الأملاح. حتى عندما تكون كمية الملح عالية فان توقيت الاضافة قبل او بعد الحرارة، نوعية وصرف التربة، تضاريس سطح التربة، وقت اضافة الملح وشروط أخرى عديدة تبين الفرق بين الأشجار المتحملة وغير المتحملة للملح.

إن كلوريد الصوديوم يمكن أن يتجمع في المناطق القريبة من شاطىء البحر حيث الرياح والأمواج دائماً ترش الماء على الشاطيء وينتشر إلى مسافات كبيرة وبالتالي تؤثر على نمو أنواع معينة من الأشجار الخشبية الحساسة مثل Sweet gum.

٤ - تأثير زيادة الكلور Excess of Chlorine

بينما الكمية الكبيرة من الكلور تكون موجودة دائماً مرافقة للصوديوم او الكالسيوم، فان التركيزات السامة من الكلور لوحده يمكن أن توجد في التربة او ماء الري في غياب زيادة الصوديوم او الكالسيوم. إن اعراض السمية تشابه كثيراً لتلك الأعراض المذكورة لسمية الأملاح. إن الاضرار الكبيرة التي عُزيت إلى الاملاح يمكن أن تكون حقيقةتبسبب الكلور لوحدة. وبشكل عام فإن الاعراض تتكون من شحوب، موت، تحلل ثم تدهور وانحطاط.

إن أشجار الأفوجادرو هي اكثر أنواع الأشجار حساسية للكلور وهي مثل جيد لاستجابة النبات لتركيزات عالية من الكلور. تسبب زيادة الكلور في الأفوجادرو مرض احتراق القمة. يحدث هذا المرض عندما يكون ماء الري فيه نسبة عالية من الكلور وخاصة في السنوات ذات الأمطار القليلة. إن اولى مظاهر السمية للكلور هي ظهور الشحوب ولايلبث أن يتبع ذلك موت وتحلل قمة وحواف الورقة. إذا كان محتوى المجموع الخضري اكثر من ١٪ فان نوعية الثمار تقل وتسقط ويزداد الموت في الأشجار. ينخفض إنتاج الأشجار من ٨ - ٦٠٪ وذلك بسبب قلة المساحة الفعالة في الأوراق والسقوط المبكر للأوراق.

لقد ذكر أن للكلور تأثير على نمو الطماطم والذرة وهذا يظهر إذا كانت مستويات الكلور أقل من تلك التي تسبب الشحوب او الموت والتحلل، ولكن الأكثر شيوعاً هو خفض النمو نتيجة احتراق الأوراق.

كذلك فان الكلور له أهمية كبيرة في التسمم الذي يحدث للأشجار التي تزرع جانب الشوارع التي يضاف إليها كلوريد الكالسيوم او كلوريد الصوديوم لاذابة الجليد. إذا أصبح تركيز الكلور ١٪ في المجموع الخضري تبدأ الأعراض في الظهور وتكون على شكل موت وتحلل في اطراف الأوراق وظهور بقع مزّواة بنية دائرية. لقد وجد أن ٠.٢٪ من الكلور تكون

سامة اما في التركيزات الاعلى من ذلك تصبح الأوراق خضراء باهتة اكثر منها بنية، تصبح جافة وهشة وتسقط قبل تمام نموها.

تكون أضرار الكلور اكثر شدة عندما تكون درجات الحرارة عالية والتبخر سريعاً، تحت هذه الظروف فان إمتصاص وتراكم الكلور يكون أعلى ولايلبث أن يصل تركيز الكلور إلى درجة التسمم، إن نسبة الكلور التي توجد في المجموع الخضري والتي تلزم لظهور حالة الموت والتحلل تتراوح من ٠.٥ - ١٪ من الوزن الجاف للورقة.

٥ - تأثير زيادة المنجنيز Excess of Manganese

إن معظم المنجنيز الموجود في التربة يكون مرتبطاً بقوة بأشكال غير ذائبة وبالتالي يكون غير متوفراً للنبات. عندما ينخفض رقم حموضة التربة إلى أقل من (pH 5.5) عندها يصبح المنجنيز قابلاً للذوبان بشكل كبير ومتوفراً بتركيزات سامة للنبات.

تعتمد درجة السمية والضرر الذي يحدثه المنجنيز على الكفاءة الوراثية في مقدرة النوع النباتي على امتصاص او استبعاد المنجنيز. إن مقدرة بعض النباتات مثل الشوفان والفراولة على النمو في الأراضي ذات المستوى العال من المنجنيز يعزى إلى إنخفاض امتصاصها والاستبعاد الاختياري للمنجنيز وإنخفاض كفاءة النبات في نقل المنجنيز من الجذور إلى المجموع الخضري.

تختلف أعراض سمية المنجنيز حسب النوع النباتي، ولكن بشكل عام تظهر الاعراض على شكل تبرقش او تجعد في حواف الورقة والحد من نمو تلك الحواف والذي يجعل الورقة تأخذ شكل الفنجان. نظراً لأن حواف الورقة يتجمع فيها كميات كبيرة من المنجنيز فانها تصبح شاحبة إلى بيضاء. يظهر في القرنبيط واللفت بقع بنية داكنة إلى ارجوانية متحللة تتكشف في المناطق الشاحبة. أما في البطاطس فان الأعراض المبكرة تتكون من بقع كثيفة دقيقة سوداء متحللة والتي تتكشف على طول الاعناق على السطح السفلي للورقة وتمتد فوق الساق، لاتلبث هذه البقع أن تتحد مع بعضها تدريجياً وتشكل خطوط متحللة على الساق. تظهر سمية المنجنيز على فول الصويا على شكل بقع ميتة متحللة وشحوب على الأوراق ولكن على الفول يظهر الشحوب بين العروق ويظهر بقع ميتة متحللة.

الأمراض التي يسببها التسمم بالمنجنيز

١ - تحلل القلف الداخلي او الخطوط المتحللة في الساق

Stem Sreak Necrosis, Internal Bark Necrosis

إن النسبة العالية من المنجنيز والتي تسبب التسمم تؤدي إلى تحلل داخلي في الساق على بعض النباتات المتنوعة مثل التفاح، وفي هذه الحالة يسمى المرض تحلل القلف الداخلي واكثر ما يصيب التفاح صنف دلشس الأحمر. أما على البطاطس فان المرض يسمى الخطوط المتحللة في الساق. في كلتا الحالتين يظهر مناطق منقرة متطاولة بنية داكنة بالقرب من قاعدة الساق وحامل الورقة وتمتد إلى منطقة النخاع، يتبع ذلك تكشف شحوب بين العروق وكلما تقدم المرض وزادت السمية كلما زاد الشحوب وتصبح الأوراق بالتدريج صفراء باهتة وهشة وتجف. في الحالات الشديد تظهر بثرات صغيرة غير منتظمة متحللة في المناطق الشاحبة بين العروق وأقرب ما تكون إلى العرق الوسطي. أخيراً تموت البراعم الطرفية يتبع ذلك موت النبات بالكامل قبل تمام نموه.

٢ - تجعد الورقة Crinkle Leaf

يظهر هذا المرض بشكل خاص على نباتات القطن وقد اكتشف سنة ١٩٣٧ ويعزى إلى تسمم المنجنيز. تظهر الأوراق الحديثة المصابة شاحبة ومشوهة جداً مع تكشف بقع ميتة متحللة على طول العروق وبينها. تكون خيوط القطن ضعيفة وسيئة.

المقاومــة:

تقاوم الأمراض الناتجة عن سمية المنجنيز عن طريق تخفيض حموضة التربة وذلك باضافة كربونات الكالسيوم او المواد المشابهة حيث تقل ذوبان وتوفر المنجنيز للنبات.

٦ - تاثير زيادة الزنك Excess of Zink

إن سمية الزنك غير شائعة، ولكن التركيز السام يمكن أن يوجد في بعض الأراضي الحامضية وبالقرب من الترسبات الكبيرة لخامات الزنك او بالقرب من أماكن صهر الزنك.

تظهر أعراض السمية على فول الصويا وتتميز بان يصبح العرق الوسطي للورقة أحمر وتبدأ تتجعد الأوراق إلى أسفل وتصبح الوريقات الحديثة شاحبة وتتركز صبغات محمرة في الورقة وتموت قمة الفرع.

تكون أعراض سمية الزنك تدريجياً مشابهة لنقص المنجنيز. يبدو أن الزنك ذو علاقة وثيقة مع المنجنيز ويحل محله في عمله الفيزيائي في الأنزيمات الاساسية ولكن ليس ذو علاقة متينة ليحل محله كيماوياً. يتدخل الزنك بنشاطه عن طريق وقف النشاط الأنزيمي ويسبب نقصاً في المنجنيز.

٧ - تاثير زيادة البورون Excess of Boron

إن سمية البورون تمثل مشكلة زراعية هامة فى كثير من المناطق الجغرافية. يوجد البورون بنسبة عالية طبيعياً في بعض الأراضي ويمكن أن يتجمع في بعض الأراضي الأخرى عندما تكون نسبته في ماء الري عالية.

تظهر أعراض السمية على اللوز، المشمش، الكرز والخوخ على شكل اسراع في نمو الأفرع الحديثة ويبدأ ذلك في الربيع ثم لايلبث أن يحدث فيها موت قمم بعد بضع أسابيع. تكون الاوراق أقل تضرراً بالسمية ولكن عندما تظهر عليها اعراض السمية فان الاضرار تكون دائماً مرافقة لنهايات العروق. في النباتات ذات التعرق المتوازي مثل الذرة والنجيليات وبعض نباتات الزينة، تكون الاعراض على شكل احتراق قمة الورقة مع وجود بطش ميتة متحللة بالقرب من القمة. اما في النباتات ذات التعرق الشبكي مثل نبات الجيرانيوم (إبرة الراعي)، القطن والشمام فيتميز التسمم هنا بحدوث تحلل وموت لحواف الورقة. أما في بعض أنواع الحمضيات والجريبرة والأستر، تكون الاعراض المبكرة عبارة عن بقع او بطش شاحبة بين العروق الثانوية.

كذلك يمكن أن تكون الأعراض على شكل شحوب، موت وتحلل احياناً، تجعد الأوراق إلى أسفل، سوء تفصص الاوراق وظهور بثرات بين العروق ذات قطر ١ ملم باتجاه حواف الورقة.

تظهر أولى أعراض نقص البورون في الحمضيات على شكل اصفرار على طول الحواف والذي يمتد بين العروق في الأوراق القديمة، يكون هذا متبوعاً بموت وتحلل قمة وحواف الورقة ويحدث سقوط غير طبيعي للأوراق في الشتاء واوائل الربيع. تصبح اوراق الجوز ميتة ومتحللة ويظهر ذلك على قمم الوريقات وحوافها وتظهر هذه الاعراض بشكل خاص في شهري أغسطس وسبتمبر.

إن زيادة البورون يمكن أن تثبط تكشف الازهار خاصة عندما يكون الكالسيوم متوفراً بكثرة، ولكن تأثير سمية البورون على إنتاج الثمار يكون بشكل غير مباشر وذلك بسبب تحطم أنسجة الورقة. نظراً لأن نسبة موت نسيج الورقة تكون قليلة فبالتالي يكون خفض إنتاج الثمار قليلاً. في بعض الحالات يمكن أن تتأثر الثمار مباشرة. أما أعراض سمية البورون على ثمار الخوخ فتكون عبارة عن بقع خشبية بنية داكنة والتي تمتد إلى النخاع. اما الأضرار على ثمار المشمش تتألف من بقع دائرية داكنة ذات قطر $\frac{١}{٤}$ إنش.

يعتبر البورون ذو تأثير عندما يكون تركيزه عالياً ويؤثر على الأنواع النباتية الحساسة إذا زاد تركيز عن ٠.٥ جزء في المليون في الماء أو أكثر من ١٩٠ جزء في المليون في أنسجة الورقة. إن الاختلافات الكبيرة في حساسية النباتات لزيادة البورون، ترجع إلى الاختلافات الكبيرة في معدل تراكم البورون في التربة او الماء.

٨ - زيادة النحاس Excess of Copper

عرفت سمية النحاس منذ العديد من السنوات واستغلت هذه الصفة في استعمال النحاس كمبيد للفطريات ولمقاومة العديد من الافادت الضارة للنبات والحيوان. تعتبر الكميات الكبيرة من النحاس ضارة للنباتات الراقية فهي تخفض تكشف الجذور الليفية وتخفض الإنتاج النباتي. عندما يزيد تركيز النحاس عن ٠.٥ جزء في المليون في الماء فان نمو النبات ينخفض. أما الارتفاع الطفيف في تركيز النحاس عن ٠.٥ جزء في المليون يسبب شحوباً للنبات مثل الشحوب المتسبب عن نقص الحديد. إن الميكانيكية التي يسبب بها النحاس الأضرار وسمية النبات هي عن طريق تداخله في تفاعلات البناء والهدم وبشكل اساسي في تعطيل تفاعلات أنزيمية متخصصة والتي تحتاج إلى حديد.

تتسبب زيادة النحاس في التربة عندما تكون التربة أساساً تشكو من نقص النحاس ثم يضاف إليها النحاس لاصلاح هذا النقص وتحسين النمو والانتاج النباتي. إن اضافة ٣٠٠ غرام/ لتر من كبريتات النحاس ثم اضافتها إلى الاكار قد أوقفت نمو النبات في الأراضي الرملية. ولقد ذكر أن استعمال المبيدات الفطرية في الاراضي الزراعية بإستمرار أدى إلى تركيز حوالي ٨٠٠ جزء في المليون.

إن زيادة النحاس تسبب توقف نمو الجذور ويزداد سمك الجذر، وفي بعض النباتات مثل الحمضيات يظهر عليها أعراض تشبه نقص النيتروجين.

٩ - زيادة الالومنيوم Excess of Aluminum

إن التركيز السام للالومنيوم يحدث طبيعياً في الأراضي ذات الكميات العالية من الامطار، يمكن أن تزداد كمية الالومنيوم في التربة بتعمد او عن طريق الاهمال وذلك باستعمال الأسمدة او اصلاح التربة بالكبريت، كبريتات الالومنيوم، كبريتات الحديديك او كبريتات الأمونيوم. يوجد الالومنيوم على أشكال مختلفة وذلك اعتماداً على حموضة التربة يعني الـ (pH). بعض الالومنيوم يمكن أن يمتص دون أن يكون ضاراً للنبات بل بالعكس يمكن أن يكون مفيداً، ولكن الكميات الكبيرة يمكن أن تتجمع في الأراضي الحمضية. يمكن أن يكون الالومنيوم ضاراً في الشكل الذائب بتركيزات فوق ١٠ جزء في المليون. إن مثل هذه التركيزات تكون غير مرغوبة مالم يتوفر أسمدة حامضية عالية الذوبان مثل كبريتات الأمونيوم التي تستعمل عادة في الاراضي الحامضية. إذا وصل رقم حموضة التربة (pH_5) فان الالومنيوم يصبح عالي الذوبان وعالي السمية.

عندما تكون كاتيونات العناصر الغذائية مثل الكالسيوم، المغنيسيوم والبوتاسيوم مرغوبة كما هو شائع في الأراضي الحمضية فان تركيزات الالومنيوم حتى (١ - ٢) جزء في المليون يمكن أن تثبط نمو جذور الرز. إن التركيزات الاعلى عن ٢ جزء في المليون تمنع نمو الجذور وتسبب حدوث برقشة بنية على الأوراق خاصة على القمة وعلى طول الحواف. تظهر الاعراض على نباتات الشعير، على شكل تلون وشحوب الاوراق القديمة، تتلون الجذور، يتوقف نموها وتتشوه احياناً.

إن سمية الالومنيوم تشابه تماماً أعراض نقص الكالسيوم، وهذا يمكن توقعه نظراً لأن الالومنيوم يخفض إمتصاص وتجمع الكالسيوم ويقلل إنتقال الكالسيوم إلى المجموع الخضري. زيادة على ذلك فان الالومنيوم يثبط استطالة الخلية وإنقسامها. هناك دراسات على البصل أثبتت سمية الالومنيوم على الجذور وتثبيط نموها.

١٠ - زيادة النكل Excess of Nickle

يكون النكل ساماً للنبات حتى على تركيزات منخفضة نسبياً حوالي ٤٠ جزء في المليون، بينما المجموع الكلي لمحتوى التربة الزراعية من النكل يتراوح غالباً ما بين ١٠ - ٤٠ جزء في المليون. يمكن أن يكون النكل اعلى في الأراضي المشتقة من صخور سيربنتين Serpentine. إن الأعراض التي تسببها سمية النكل تشبه اعراض نقص المنجنيز، تظهر الأوراق شحوب على الحواف وبين العروق ويظهر بعض التبقع والتحلل.

١١ - زيادة البرليم Excess of Beryllium

يمكن للبرليم أن يثبط نمو النبات بشكل واضح على تركيزات من (٣ - ٥) جزء في المليون. يعتبر وجود البرليم ساماً إذا أصبح تركيزه في الماء يزيد عن واحد جزء في المليون. إن الأعراض الظاهرة والتي تسببها سمية البرليم هي تحول الجذور إلى اللون البني خلال خمسة أيام وتفشل في أن تستعيد نموها الطبيعي عندما تستبعد من محلول البرليم. تعطي النباتات المعاملة بالبرليم ازهاراً مبكرة عن الوضع الطبيعي.

إن زيادة البرليم تسبب تقليل محتوى المغنيسيوم في الجذور والساق، وكذلك تسبب نقص الكالسيوم في الجذور، الاوراق، الساق والثمار وكذلك تقلل الفسفور في الجذور. لقد وجد أن البرليم اساساً يثبط الوظيفة الطبيعية للنظم الانزيمية الفسفاتية في النبات.

١٢ - زيادة الليثيوم Excess of Lithium

يوجد الليثيوم فى بعض أنواع مياه الري بتركيز حوالي ٠.١ جزء في المليون والتي يمكن أن تضعف نمو النبات وتسبب شحوب واحتراق. إن أعراض سمية الليثيوم تشبه تلك

الاعراض المتسببة عن زيادة كمية اي معدن أخر وهي ليست مميزة. بشكل عام فان اول استجابة للنباتات عريضة الأوراق هو خفض النمو وموت وتحلل في حواف الورقة متبوعاً بشحوب بين العروق وسقوط الورقة.

إن أعراض اضرار سمية الليثيوم مرتبطة مع تراكم الليثيوم في أعناق وأنسجة الورقة في النبات. عندما يصبح تركيز الليثيوم في المجموع الخضري ١٠٠ جزء في المليون فان الاضرار تظهر بوضوح وبشكل عام.

هناك على الأقل مرضاً واحداً مميزاً يعزى إلى سمية الليثيوم وهو احتراق ورق زنبق عيد الميلاد والذي يسمى Leaf Scorch of Easter. قبل أن يعزى هذا المرض إلى سمية الليثيوم كان يعتقد أنه تسبب عن عوامل بيئية مثل تقلبات الحرارة وكثافة الاضاءة وتبين بعد ذلك أن هذه العوامل تؤثر في تكشف المرض ولكنها لا تسببه مباشرة.

لكي نحدد دور الليثيوم أجريت دراسات على بعض النباتات حيث رشت بماء يحتوى ليثيوم بنفس نسبة وجودة في ماء الري وبعد المعاملة ظهر على الاوراق القديمة في الزنبق لون بني على النصف العلوي من نصل الورقة. كانت النموات الحديثة خضراء فاتحة إلى مبيضة، تموت قمم الاوراق القديمة بالتدريج وتظهر بثرات ميتة متحللة على الاوراق المتكشفة الحديثة. تكون الحدود بين الأنسجة السليمة والأنسجة الميتة غير منتظمة وغير واضحة. كان المجموع الخضري المصاب يحتوي على ١٥٦ جزء في المليون. وقد رتب بعض العلماء النباتات الهامة من حيث حساسيتها لسمية الليثيوم وكانت كالآتي: الافوجادرو، فول الصويا، البرتقال الحامض، العنب، الطماطم، الفاصوليا الحمراء، القطن، البنجر الأحمر، العشب الوردي والذرة السكرية.

١٣ - زيادة الحديد Excess of Iron

يمكن أن تسبب زيادة الحديد سمية في بعض الحالات كما في الرز، حيث تسبب زيادة الحديد المرض المسمى منتك Mentek في غينيا والتبقع البني في سيلان. تظهر بقع بنية على الاوراق القديمة وبالتدريج تصبح قمم هذه الأوراق ذات لون بني محمر والذي ينتشر باتجاه

القاعدة خاصة على طول الحواف كلما تقدم المرض. تتحول هذه الأجزاء إلى اللون البني، تجف وتتجعد إلى الداخل. في النهاية تجف جميع الأوراق معطية النبات مظهر النبات المحترق وتكون هذه النباتات متقزمة. تكون الاشطاءات ضعيفة وذات سنابل صغيرة رقيقة فيها نسبة عالية من الازهار العقيمة، تكون الجذور ضعيفة التكشف وذات ملمس خشن ولون بني غامق.

١٤ - الافرازات الأيضية Metabolic Exudates

١ - الادماع Guttation

هناك قطرات من الماء تحتوي على كميات وفيرة من المواد الذائبة تفرز خلال ثقوب او غدد تسمى هايداثيويدز hydathodes توجد على طول حواف الورقة. هذه الثقوب الغدية تشبه الثغور إلا أنه لايوجد عليها خلايا حارسة لتنظيم حجم الفتحة او تنظيم حركة الماء. إن هذه الكتل من الخلايا الصغيرة رقيقة الجدر تقع بشكل اساسي بين البشرة وخلايا الحزم في القصيبات.

يتحرك الماء بسرعة خارج الغدد هذه حاملاً معه كميات كافية من الاملاح خارج الورقة، وبالتالي عندما يتبخر الماء فان الاملاح التي تترسب على سطح الورقة يمكن أن توجد بتركيزات قاتلة للأنسجة المجاورة.

إن مرض احتراق البطاطس Tip burn of Potato الذي تصبح فيه قمم الوريقات ميتة متحللة يعزى إلى تراكم كميات سامة من الاملاح حول الغدد. إن أولى علامات الأضرار التى يسببها الملح في الخلايا هو الشحوب المتبوع بالموت والتحلل، كلما التحمت البقع يظهر أشرطة من نسيج ميت واحتراق قمة الورقة. إن الاضرار الناتجة من الادماع النصلي (نصل الورقة) او من بين العروق يكون اكثر تكراراً من الادماع الذي يحدث من حواف الأوراق ويمكن أن يؤثر على عدة سنتيمترات مربعة او حتى على جميع النصل. إن طبقة رقيقة من عصارة الخلية او افرازات الخلية عند وضعها على سطح ورقة كأنها متجمعة من عدة قطرات، عندما يتبخر السائل يبقى أجزاء من بللورات ملحية والتي يمكن إعتبارها ترسبات مستمرة على الأوراق.

نادراً ما تقتل النباتات من هذه العملية ولكن يمكن أن تضعف ويتأخر الاثمار. لقد استحدثت بقعاً مماثلة صناعياً عن طريق اضافة نقط من٤٪ فسفات الصوديوم واملاح أخرى إلى الورقة.

إن الادماع المفرز من الأوراق ليس مواد غير عضوية فقط ولكن يمكن أن يكون محتوياً على مواد عضوية وبالتالي فان الادماع طريقة يتخلص بها النبات ليس من الماء الزائد فقط ولكن من بعض المواد العضوية وغير العضوية أيضاً.

ب - نواتج التمثيل الحيوي Metabolites

إن نواتج التمثيل الغذائي المفرزه من قبل الجذور لبعض أنواع النباتات يمكن أن تكون سامة لأنواع أخرى. إن المواد السامة والمثبطة للنمو تكون موجودة في جذور كثير من أنواع النباتات من ضمنها الخوخ، عشب بروم، الخروب والجوز. لقد لوحظ ذبول نباتات البطاطس ونباتات أخرى نامية بالقرب من أشجار الجوز. كذلك وجد أن الافرازات المضادة من جذور الجوز تسبب ذبول وموت نباتات البرسيم الحجازي، الطماطم والبطاطس. ولقد وجد أن التوكسين لاينتشر بعيداً عن المصدر ولكن يبقى موضعياً بالقرب من جذور الجوز.

في دراسات أجراها Patrick سنة ١٩٦٣ وجد أن هناك مواد سامة تفرز من مخلفات وبقايا الشعير، الراي، القمح، عشبة السودان، البيقية، البروكلي والفول والتي قد تحللت بعد ١٠ - ٢٥ يوم. لقد وجد أن البادرات النامية في تربة تحتوي تلك المخلفات حدث لها اضراراً كبيرة. من هذه الاضرار، التلون وموت القمم المرستيمية في الجذر والتي تمنع إمتصاص الماء مما أدى إلى الذبول للاجزاء التي فوق سطح التربة. إن الاضرار التي ظهرت على جذور بادرات الخس والسبانخ حدثت للنبات الذي هو ملاس مباشرة او في وسط البيئة التي تحوي تلك المخلفات.

لقد وجد أن المستخلصات المتحصل عليها من مخلفات ٢٣ نوع من النباتات تمنع تكشف الجذور لنباتات أخرى وتقتل الخلايا المرستيمية وخلايا منطقة الاستطالة. بشكل عام تتشوه

الجذور الثانوية فوق منطقة التحلل من قمة الجذر، يحدث تقزم شديد وشحوب يشبه أعراض نقص المنجنيز.

زيادة على أن المواد السامة هذه تضر النبات مباشرة إلا أن لها تأثيراً غير مباشراً فى جعل جذور النبات قابلة للاصابة بكائنات التربة المرضة. تستعمل بعض النباتات هذه الافرازات لمنع النباتات الأخرى من النمو بحيث لاتشاركها الماء والغذاء. إن أهم مثال على ذلك هو نبات الساج Sage الذي يستعمل افرازاته لمنع إنبات اي نباتات أخرى بالقرب منه. سبحان الله.

من بعض الأمثلة على النباتات التى مخلفاتها تمنع تكشف جذور نباتات أخرى هي البصل، الفجل، البطاطس، الشعير وبنجر السكر وغيرها.

المراجع المختارة للفصل الأول

Albertson, F. W., and S. E. Weaver, 1945. Injury and death or recovery of trees in praire climate. Eco. *Monogr.* 15 : 393 - 433.

Alexander, D. McE. 1965. The effect of high temperature regimes or short perlods of water stress on development of small fruiting sultana vines *AustJ. Agr. Res.* 16 : 817 - 823.

Allmendinger, D. G., A. L. Kenworthy, and E. L. Overholser, 1943. The Carbon dioxide intake of apple leaves as affected by reducing the available soil water to different levels. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 42 : 133 - 140.

Albert, W. B., and G. M. Armstrong, 1931. Effects of high soil moisture and lack of soil aeration upon fruiting behavior of young cotton *Plants. Plant Physiol.* 6 : 585 - 591.

Ahlgren, C. E., and H. L. Hansen, 1957. Some effects of temporary flooding on coniferous trees. *J. Forest.* 55 : 9.

Banfield, W. M., 1967. Significance of water deficiency in the etiology of maple decline. *Phytopathol.* 57 : 338.

Bartholomew, E. T., 1926. Internal decline of Lemons. III water deficit in lemon fruits caused by excessive leaf evaporation. *Ame. J. Bot.* 13 : 102 - 117.

Bergman, H. F., 1959. Oxygen deficiency as a cause of disease in plants. *Bot. Rev.* 25 : 418 - 485.

Billings, W. D., 1946. Plants and the ecosystem. Wadsworth, Belmont, Calif., 154 PP.

Biocurt, A. W., and R. C. Allen, 1941. Effect of aeration on the growth of hybrid tea roses, *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 35 : 315 - 319.

Bolton, J. L., and R. E. McKenzie, 1946. The effect of early spring flooding on certain forage crops, *Sci Agri.* 26 : 99 - 105.

Bratley, C. O., 1930. Notes on flooding injury to strawberries. *Phytopathol.* 20 : 685 - 686.

Briggs, G. E., 1967 Movement of water in plants. Davis Philadelphia, 160 PP.

Bushnell, J., 1935. Sensitivity of the potato to soil aeration. *J. Amer. Soc, Agron.* 27 : 251 - 252.

Chester, K. starr, 1944. A cause of physiological leaf spot of cereals. *Plant Dis. Rep.* 28 : 497 - 499.

Conway, Verona M., 1940. Aeration and plant growth in wet soils. *Bot Rev.* 6 : 149 - 163.

Cooley, J. S., 1948. Collar injury of apple trees in water - logged soil. *Phytopathol.* 38 : 736 - 739.

Denyer, W. B. G., and C. G. Riley, 1964. Dieback and mortality of Tamarack caused by high water. *Forest. Chron.* 40 : 3.

Dorsey, M. H., and W. A. Ruth, 1930. A record of an unusual flood in an apple orchard. *Proc. Amer. Soci. Hort. Sci.* 27 : 565 - 569.

Foster, A. C. 1934. Blackheart of celery. *Plant Dis. Reptr.* 18 : 177 - 185.

------------ 1937. Environmental factors influencing the development of blossom-end rot of tomatoes. *Phytopathol.* 27 : 128 - 129.

Foster, A. C., and E. C. Tatman, 1937. Environmental conditions influencing the development of tomato pockets or puffs. *Plant Physiol.* 12 : 875 - 880.

Haas, A. R. G, 1940. The importance of root aeration in avocato and citrus trees. Calif. Avocado Assoc. Yearbook, pp. 77 - 84.

Hamilton, L. C., and W. L. Ogle, 1962. The influence of nutrition on blossom-end rot of pimiento Pepper. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 80 : 457 - 461.

Heinicke, A. J., and D. Boynton, 1941. The response of McIntosh apple trees to improved subsoil aeration. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci* 38 : 27 - 31.

Jackson, D. I., 1962. The effects of calcium and other minerals on incidence of bitter pit in Cox's Orange apple. *Nezeal. J. Agr, Res.* 5 : 302 - 309.

Knight, R. O., 1965. The plant in relation to water. Dover New York, 147 pp.

Kramer, P. J., 1944. Soil moisture in relation to plant growth. *Bot. Rev.* 10 : 525 - 559.

Kramer, P. J., 1949. Plant and soil water relationship. McGraw-Hill, New York, 347 pp.

Letey, J., 1966. Plant water relations. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 17 : 245 - 268.

Millikan, C. R., 1944. Wither top (calcium deficiency) disease in flax. *J. Victoria Dep. Agr.* 42 : 79 - 91.

Parker, J., 1950. The effects of flooding on the transpiration and survival of some southeastern forest tree species. *Plant Physiol.* 25 : 453 - 460.

Raleigh, S. M., and J. A. Chucka. 1944. Effects of Nutrient ratio and Concentration on growth and composition of tomato plants and on the occurrence of blossom-end rot of the fruit. *Plant Physiol.* 19 : 671 - 678.

Raphaed, T. D., and R. R. Richards. 1962. Bitter pit control by calcium nitrate sprays. *Tasm. J. Agr.* 33 : 60 - 63.

Rutter, A. J., and F. H. Whitehead (eds), 1963. The water relation of plants. Blackwell, Oxford, 394 pp.

Reisch, Kenneth W., 1958. Effects of drought on plant growth. *Proc. Int. Shade Tree Conf.* 25 : 11 - 23.

Slatyer, R. O., 1967. Plant-water relationships. Academic, New York, 366 pp.

Steward, F. C., 1959. Plant Physiology. Academic, New York, 758 pp.

Taylor, S. A., 1951. A continous supply of soil moisture to the growing crop gives highest yield. *Farm and Home Sci.* 12 : 50 - 51, 61.

Treshow, M., 1957. Terminal bleach of cereals. *Plant. Dis. Rep.* 41 : 118 - 119.

Tufts, W. P., and L. D. Davis, 1930. Hard end or black end of pears in California. *Proc. Wash. State Hort Assoc.* 25 : 108 - 115.

Walker, J. C. 1952. Diseases of Vegetable Crops. McGraw-Hill Book company London, 530 pp.

المراجع المختارة لنقص العناصر

General

1 - Bibliography of the literature on the minor elements and their relation to plant and animal nutrition. 1948 - 1955. 4th ed. 4 vols. New York.

2 - Brenchley, W. E. 1936. The essential nature of certain minor elements for Plant nutrition. *Bot. Rev.* 2 : 173 - 196.

3 - ------------------ 1943. Minor elements and plant growth. *Cambridge phil. Soc. Biol Rev.* 18 : 159 - 171.

4 - McMurtrey, J. D., Jr. 1938. Distinctive plant symptoms caused by deficiency of any one of the chemical essential for normal development. *Bot. Rev.* 4 : 183 - 203.

5 - Sprague, H. B., *et al.* 1964. Hunger signs in crops. 3rd ed. 461 pp. New York.

6 - Stiles, W. 1961. Trace elements in plants. 3rd ed. 249 pp. Cambridge.

Potassium

Krantz, B. A., and S. w. Melsted, 1964. Nutrient deficiencies in corn Sorghums and small grains. Hunger signs in crops. 3rd ed. pp 25 - 58. Mckay, New York.

Volk, N. J. 1946. Nutritional factors affecting cotton rust. *Z. Amer. Soc. Agron.* 38 : 6 - 12.

Nitrogen

Allison, F. E., 1957. Nitrogen and soil Fertility, in U.S.D.A. Yearbook of Agr. Soils, pp. 85 - 94.

Blaser, R. E., and N.C.Brady, 1950. Nutrient competition in plant association. *Agron.* J. 42 : 128 - 135.

Bosemark, N. O., 1954. The influence of nitrogen on root development. *Physiol. Plant.* 7 : 497 - 502.

Mckee, H. S., 1962. 'Nitrogen metabolism in plants' Clarendon, Oxford, 728 pp.

Phosphorus

Neller, J. R., 1947. Mobility of phosphates in sandy soils. *Soil Sci Soc. Amer. Proc.* 11 : 227 - 230.

Olsen, S. R. 1953. Inorganic phosphorus in alkaline and calcareous soils. Agronomy 4 : 89 - 122.

---------- and M. Fried, 1957. Soil phosphorus and fertility, in U. S. D. A. Year book of *Agr. Soils* pp. 377 - 396.

Pierre, W. H., and A. G. Norman (eds), 1953. Soil and fertilizer phosphorus in crop nutrition. *Agronomy* 4.

Sulfur

Benson, N. R., E. S. Degman, I. C. Chmelin, and W. Chenhaull, 1963. Sulfur deficiency in deciduous tree fruits. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 83 : 55 - 62.

Chapman, H. D., and S. M. Brown, 1941. The effects of sulfur deficiency in citrus. *Hilgardia* 14 : 185 - 201.

Gilbert, S. G., 1951. The place of sulfur in plant nutrition. *Bot. Rev.* 17 : 671 - 691.

Thompson, J. F., 1967. Sulfur metabolism in plants. *Ann. Rev. Plant.* Physiol. 18 : 59 - 84.

Calcium

Baxter, P., 1960. Bitter pit of apples. Effect of calcium sprays. *J. Agri (Victoria)* 58 : 801 - 811.

Foster, A. C., 1934. Blackheart disease of celery. *Plant Dis Repter.* 18 : 177 - 185.

-------------- 1939. Environmental factors influencing the development of blossom end rot of tomatoes. *Phytopathol.* 27 : 128 - 129.

Muttus, G. E., 1953. Cork spot and bitter pit of apples. *Va. Fruit* 51 : 35 - 40.

Oberly, G. H., and A. L. Kenworthy, 1961. Effect of mineral nutrition on the occurrence of bitter pit in Northern Spy apples. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci* 77 : 29 - 34.

Simon, R. K., 1962. Anatomical studies of the bitter pit areas of apples Proc. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 51 : 41 - 50.

Spurr, A. R., 1959. Anatomical aspects of blossom - end rot on the tomato with special reference to calcium nutrition. Hilgardia 28 : 269 - 295.

Magnesium

Lott, W. L., 1952. Magnesium deficiency in muscadine grape vines. *Proc. Amer. Soc. Hort.* Sci. 60 : 123 - 131.

Moon, H. H., et al., 1952. Early - season symptoms of magnesium deficiency in apple. *Proc. Amer. Soc.* Hort. Sci. 59 : 61 - 64.

Iron.

Stewart, I., and C. D. Leonard, 1952. Chelates as sources of iron for plants growing in the field. *Science* 116 : 564 - 566.

Gauch, H. G., 1957. Mineral nutrition of plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 8 : 31 - 64.

Manganese

Lewis, A. H., 1939. Manganese deficiency in crops. *Emp. J. Exp. Agr.* 7 : 150 - 154.

Samuel, G., and C. S. Piper, 1929. Manganese as an essential element for plant growth. *Ann. Appl. Biol.* 16 : 493 - 524.

Zinc

Alben, A. O., and H. M. Boggs, 1936. Zinc content of soils in relation to pecan rosette. *Soil Sci.* 41 : 329 - 332.

Lyman, C., and L. A. Dean, 1942. Zinc deficiency of pineapples in relation to soil and plant composition. *Soil Sci* 54 : 315 - 324

Skooge, F., 1940. Relationships between zinc and auxin in growth of higher plants. *Amer. J. Bot.* 27 : 939 - 951.

Boron

Atkinson, J. D., 1948. Cracked stem of celery. *N. Z. Sci. Tech.* A 29 : 261 - 264.

Dearborn, C. H., 1942. Boron nutrition of cauliflower in relation to browning. *Bull. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta* no 778.

Jamelainen, E., A., 1936. The effect of boron on the occurrence of cork disease in apple. *State. Agri. Exp.* Publ. m. 89.

Lorenz, A., 1942. Internal break down of table beets. *N. Y. Agr. Exp. Sta. Memo.* 246.

Palser, B. F., and W. J. McIlrath, 1956. Responses of tomato, turnip and cotton to variation in boron nutrition. *Bot.* Gaz. 118 : 53 - 71.

Skok, J., 1958. The role of boron in the plant cell. "Trace elements" pp. 227 - 243. Academic, New York.

Copper

Dickey, R. D., *et al.*, 1948. Copper deficiency of tung in Florida. Fla Agr. Exp. *Sta. Bull.* 447.

Jones, J. O., and W. Dermott, 1952. Copper deficiency in pears. Z. *Minn Agri.* 59 : 35 - 37.

Riceman, D. S., and A. J. Anderson, 1943. The Symptoms and effects of copper deficiency in cereals and pasture plants in South Australia. *J. Dept. Agr.* S. *Aust.* 47 : 64 - 72.

Hewitt, E. J., and W. E. Jones, 1947. The production of molybdenum deficiency in plant grown in sand cultures, with special reference to tomato and brassica crops. *J. Pomol. Hort. Sci.* 23 : 254 - 262.

Stout, P. R., and C. M. Sohnson, 1956. Molybdenum in horticultural and freld crops. *Soil Sci.* 81 : 183 - 197.

------------- and --------------, 1957. Trace elements, in U. S. D. A. Year book of Agr. Soils. pp 139 - 197.

المراجع المختارة لسمية العناصر

Aldrich, D. G., A. P. Vanselow and G. R. Bradfor, 1951. Lithium toxicity in Citrus. *Soil Sci.* 71 : 291 - 295.

Bonner, J., 1950. The role of toxic substances in the interaction of higher plant. *Bot. Rev.* 16 : 51 - 65.

Borner, H., 1960. Liberation of organic substances from higher plants and their role in soil sickness problem. *Bot. Rev.* 26 : 393 - 424.

Eaton, F. M., 1944. Deficiency, toxicity and accumulation of boron in plants *J. Agr. Res.* 69 : 237 - 279.

Forster, W. A., 1953 - 54. Toxic effects of heavy metals on crop plants. Doctoral dissertation, Univ. of Bristol, England.

Hewitt, E. J., 1953. metal interrelationships in plant nutrition. *J. Exp. Bot.* 4 : 59 - 64.

-------------, 1963, "Plant physiology" Vol. 3, Chap 2 pp 137 - 360. Academic, New York, 811 pp.

Ivannoff, S. S., 1963. Guttation injuries of plants. *Bot. Rev.* 29 ; 202 - 242.

Kurauchi, I., 1956. Salt Spray damage to the coastal forests. *Jap.* J. *Ecol.* 5 : 213 - 217.

Little, S. J., J. J. Mohr, and L. L. Spicer, 1958. Salt - water storm damage to Loblolly pine forest. *J. Forest.* 56 : 27 - 28.

Loneragan, J. E., M. D. Carroll, and K. Snowball, 1966. Phosphorus toxicity in cereal crops. *Aust. Inst. Agr. Sci. J.* 32 : 221 - 223.

McIlrath, W. J., and B. F. Palsen, 1956. Responses of tomato, turnip and cotton to variation in boron nutrition. Bot. Gaz. 118 : 43 - 52.

Mclean, F. T., and B. E. Gilbert, 1927. The relative aluminum tolerance of crop plants *Soil Sci.* 24 : 163 - 175.

Millikan, C. R., 1947. Effects of molybdenum .... in the nutrient Solution Z. *Aust. Inst. Agr. Sci.* 13 : 180.

Nicholas, D. J. D., 1961. Minor mineral nutrients. *Ann. Rev. Plant Physiol* 12 : 63 - 90.

Smith, P. E., 1956. Effects of high levels of copper, zinc and manganese on tree growth fruiting. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 67 : 202 - 209.

Stiles, W., 1961. The effect on plants of trace-elements in excess, in "Trace elements in plants and animals" 3rd ed. pp 106 - 113. Cambridge London, 249 pp.

Vlamis, J., and D. E. Williams, 1962. Liming reduced aluminum and manganese toxicity in acid sols. *Calif. Agr.* 16 : 6 - 7.

Wallace, T. (ed), 1950. Trace elements in plant physiology "Chronica Botanica, Waltham, Mass., 144 pp.

الباب الثانـــي

عوامل المناخ

CLIMATE FACTORS


obeikandl.com

الفصل الأول

الحرارة

Temperature

مقدمة:

تعتبر الحرارة إحدى العوامل المناخية المعقدة التي تلعب دوراً هاماً في نمو وتوزيع النباتات على سطح الأرض. بالاضافة إلى تغير المناخ فان المحاصيل او النباتات المزروعة تتعرض إلى تدخلات الإنسان وبالتالي فهي كثيراً ما تجبر النباتات لكي تكيف نفسها او عملياتها الفسيولوجية تحت درجات حرارة غير ملائمة وتحت ظروف بيئية غير مناسبة.

إن درجة الحرارة التي يتحدد ضمنها نمو النباتات العادية تقع مابين صفر – ٥٠ درجة مئوية. يمكن أن تنمو بعض النباتات على درجات حرارة أقل قليلاً من نقطة التجمد، بينما قليلاً من النباتات مثل طحلب الماء العذب يمكن أن يعيش في مياه الينابيع الساخنة ويمكن أن يزدهر نموه على درجة حرارة (٧٣) م أو أعلى قليلاً.

إن درجة الحرارة الصغرى والقصوى التي يمكن أن يستمر نامياً عليها النبات ومنتجاً، تختلف كثيراً حسب نوع النبات وحسب طور النمو الذي يكون عليه النبات أثناء درجة الحرارة السائدة. وبالتالي فان نباتات مثل الطماطم، الحمضيات وأنواع نباتات استوائية أخرى تنمو أفضل على درجات حرارة مرتفعة وتتضرر كثيراً عندما تنخفض درجات الحرارة تحت او قرب نقطة التجمد. ومن ناحية أخرى فان بعض النباتات مثل الكرنب، القمح الشتوي، البرسيم الحجازي ومعظم النباتات النامية في المنطقة المعتدلة يمكن أن تقاوم درجات الحرارة تحت التجمد بدون ظهور أية مرضية على النبات. إلا أن هذه النباتات الاخيرة يحدث لها اضراراً وتموت إذا تعرضت لدرجات حرارة مرتفعة.

كذلك فان النبات يختلف في مقدرته على تحمل الحرارة باختلاف طور النمو الذي يمر فيه. إن النباتات المتقدمة بالسن والصلبة تكون اكثر مقاومة لدرجات الحرارة المنخفضة منها عن البادرات والنباتات الحديثة. كذلك فأن الأنسجة المختلفة او الأعضاء المختلفة في نفس

النبات يمكن أن تختلف كثيراً في حساسيتها لنفس درجة الحرارة. تكون البراعم اكثر حساسية من الفروع الصغيرة وكذلك تكون الازهار والنموات الحديثة اكثر حساسية من الأوراق وهكذا.

الدور الطبيعي للحرارة The Normal Role of Temperature

يعتمد تكشف النبات طبيعياً على نظام الحرارة المناسب للنشاطات الحيوية. إن العمليات التي تتأثر كثيراً وبشدة بدرجات الحرارة تشمل التفاعلات الكيماوية، الغازات الذائبة، إمتصاص المعادن وامتصاص الماء.

١ - التفاعلات الكيماوية:

إن تكشف النبات وظهور نموات جديدة هو عبارة عن نتيجة تفاعلات كيماوية حيوية خلوية. هذه التفاعلات يتحكم بها أنزيمات. إن معدل سرعة نشاط الأنزيم وسرعة حدوث التفاعلات يعتمد على درجة الحرارة. إن سرعة تفاعل معظم العمليات الكيماوية تكون زائدة إلى الضعف كلما زادت الحرارة عشرة درجات لغاية (٢٠ - ٣٠° م). أما إذا ارتفعت الحرارة عن ٣٠° م فان التفاعل ينخفض بسبب أن الأنزيمات تبدأ تتثبط او تتغير طبيعتها. كلما ارتفعت درجات الحرارة كلما زادت سرعة تثبيط الأنزيمات. إذا إنخفضت درجة الحرارة عن ١٠° م فان نشاط الأنزيم يكون في الحد الأدني. إن عملية التمثيل الضوئي هي احدى أهم التفاعلات التي تتأثر بالحرارة. مع أن عملية التمثيل الضوئي هي عملية تعتمد مباشرة على الضوء إلا أنها أيضاً تعتمد على الأنزيمات وبالتالي يمكن إعتبارها أنها تعتمد بطريقة غير مباشرة على الحرارة حيث يمكن إعتبار عملية التمثيل الضوئي غير ذات قيمة إذا كانت درجة الحرارة أقل من ١٠° م، لكن كلما ارتفعت الحرارة كلما نشطت عملية التمثيل الضوئي لغاية درجة ٣٠°، بعد هذه الدرجة فان نشاط عملية التمثيل الضوئي ينخفض بدرجة تعتمد على نوع النبات.

٢ - ذوبان الغازات:

إن الحرارة هي العامل الهام بل هي أهم العوامل التي تحدد ذوبان الغازات في خلية النبات. إن ذوبان ثاني اكسيد الكربون والاكسجين بشكل خاص يتأثران بالحرارة. إن الحرارة

المنخفضة تسهل نوبان هذه الغازات ويتكون كميات كبيرة منها في عصارة خلية النبات، وهذا يؤدي إلى القول بأن الحرارة المنخفضة تؤدي إلى تثبيت ثاني اكسيد الكربون وزيادة الكربوهيدرات المخزنة والتي تساعد في حفظ النباتات ضد الحرارة الاكثر إنخفاضاً. ان تركيز ثاني اكسيد الكربون المرتفع الموجود على حرارة منخفضة يمكن أيضاً أن يزيد حموضة عصارة الخلية قليلاً وهذا يمكن أن يؤدي إلى التأثير على توفر المغذيات للنبات.

٣ - إمتصاص المعادن:

تؤثر الحرارة مباشرة على توفر وإمتصاص العناصر المعدنية من التربة. عندما تكون قدرة امتصاص النبات على أشدها فان النبات يمتص أيونات العناصر الأساسية إلى تركيز معين، وحتى يقوم النبات بهذه المهمة (عملية الامتصاص) فانه يتطلب طاقة للحصول على هذه المغذيات. إن توفر واستخدام هذه الطاقة يعتمد على الحرارة. إن المدة الطويلة لدرجة الحرارة المنخفضة تحدد الطاقة المتوفرة وتؤدي إلى ظهور نقص التغذية. زيادة على ذلك فان قدرة التماسك التي تلصق جزئيات التربة مع الايونات المعدنية تنتظم بواسطة الحرارة، تبقى المغذيات مرتبطة بقوة مع التربة على الحرارة المنخفضة وتحتاج النباتات إلى طاقة اكبر لكي تمتصها.

٤ - امتصاص الماء:

تؤثر الحرارة على مقدرة الجذور في امتصاص الماء. إن لزوجة او تماسك الماء تتضاعف عندما تنخفض الحرارة عن (٢٥° - صفر° م) عندها فإن الماء يرتبط بقوة مع التربة ويمتص بواسطة النباتات بصعوبة بالغة. إن الحرارة المنخفضة تحدد إمتصاص الماء خاصة الامتصاص الموجب والذي يتأثر بقوة باللزوجة حتى عندما يكون الماء متوفراً كثيراً. إن امتصاص الماء الأمثل يأخذ مجراه عادة فوق ٣٠° م ولكن ارتفاع الحرارة أيضاً يؤدي إلى سرعة فقد الماء والذي يؤدي إلى اضطرابات في رطوبة التربة.

المتطلبات الحرارية Temperature Requirments

إن الحرارة المثلى للعمليات الحيوية القصوى في النبات تختلف بشكل واضح من نوع نباتي إلى نوع آخر، وحتى بين المجموعات والأفراد من نفس النوع. كذلك فان الحرارة المثلى تختلف حسب تكشف أعضاء النبات وحسب الاطوار المختلفة في نفس النبات. إن سرعة تكشف الورقة، مثلاً، والحجم الذي تصل إليه يعتمد على الحرارة. لقد أثبتت الدراسات على القمح أن درجة الحرارة من (١٠ – ٢٥° م) تزيد حجم الورقة تناسباً مع زيادة الحرارة ولكن الزيادة بعد درجة ٣٠° م تقلل من الزيادة المتوقعة في حجم الورقة. كذلك فان زيادة الحرارة تجعل الاوراق سميكة وصغيرة ولكن مناسبة لنمو الساق.

إن السيقان الحديثة التي تتكشف مبكراً في موسم النمو يمكن أن تنمو أفضل على درجة حرارة معينة، بينما تنمو النباتات في نهاية موسم النمو وتتكاثر على درجة حرارة مختلفة عن الأولى. إن درجات الحرارة المنخفضة في الربيع هي الأفضل للنموات الحديثة لكثير من الأنواع النباتية، بينما حرارة الصيف العالية تلائم الأزهار.

هناك عدداً من الأنواع النباتية تضم الطماطم، البطاطس والفلفل من المعروف أنها تتكشف جيداً عندما تكون درجات الحرارة نهاراً متوسطة يتبعها ليالي ذات حرارة منخفضة وذلك لعقد الثمار، يكون إنتاج الطماطم أفضل إذا كان متوسط درجات الحرارة في الليل من ١٥ – ١٨° م. كذلك فان الحرارة المنخفضة في الليل تؤدي إلى زيادة الازهار وتحسين نوعية وطعم الثمار كما هو في الفراولة، التفاح والبرقوق. إن نباتات البطاطس مثل الطماطم تفضل درجة حرارة ١٥ – ١٨° م ليلاً.

إن النباتات بشكل عام يحدث لها اضراراً أسرع إلى حد ما عندما تصبح الحرارة أعلى من الدرجة القصوى لنمو النبات عنه في حالة الاضرار التي تحدث لو إنخفضت الحرارة عن الدرجة الدنيا لنموه. وعلى كل حال فان الحرارة العالية جداً نادراً ما تحدث في الطبيعة، وبالتالي فان قليلاً من الاضطرابات الهامة يمكن أن تعزى إلى الحرارة العالية جداً. حتى في اكثر الحالات تأكيداً فان الحرارة العالية يبدو أنها تحدث تأثيراتها على النبات بارتباطها مع تأثيرات عوامل بيئية أخرى خاصة الكثافة الضوئية، الجفاف، قلة الاكسجين، سرعة الرياح مع

إنخفاض الرطوبة النسبية. إن الحرارة العالية هي المسئولة عادة عن الاضرار التي تسمى سمطة الشمس التي تظهر على الجهة المقابلة للشمس في الثمار اللحمية في كل من الخضار والفواكه، مثل التفاح، الطماطم أبصال البصل ودرنات البطاطس. في الأيام الحارة المشمسة فان حرارة أنسجة الثمرة تحت السطح المقابل للشمس يمكن أن تكون أعلى من حرارة الأنسجة الأخرى في جزء الثمرة المظلل والمحيط به هواء متحرك. هذا يؤدي إلى حدوث تغير في اللون، مظهر مائي، لمعان وإنهيار في الأنسجة تحت الجلد والذي يؤدي إلى حدوث مناطق غائرة على سطح الثمرة. إن الأوراق العصيرية في النبات يمكن أيضاً أن يتكشف عليها أعراض سمطة الشمس خاصة عندما تكون الأيام المشمسة الحارة متبوعة بأيام ذات جو غائم ممطر. يظهر مناطق غير منتظمة تصبح ذات لون أخضر باهت في البداية ولكن لاتلبث أن تنهار وتشكل بقع جافة بنية.

هناك اضراراً كثيرة تحدث للنباتات بسبب إنخفاض الحرارة اكثر منه في حالة ارتفاع الحرارة. إن الحرارة المنخفضة حتى لو كانت فوق درجة التجمد يمكن أن تسبب أضراراً كثيرة للنباتات خاصة نباتات المناطق الدافئة مثل الذرة والفاصوليا. لذلك فان الحرارة المنخفضة تسبب زيادة حلاوة (عند القلي) وتسبب طعماً غير مرغوباً وكرملة للبطاطس وذلك لتحول نشا البطاطس على درجات الحرارة المنخفضة إلى سكر.

إن درجات الحرارة التي تحت التجمد تسبب اضراراً مختلفة للنباتات، تشمل تلك التي تظهر على النباتات في حالة التجمد التي تظهر في أواخر موسم النمو وتحدث اضرارها على القمم المرستيمية الحديثة او على جميع النباتات العشبية. إن التجمد يحدث اضراراً تقتل البراعم في كل من الخوخ، الكرز والأشجار الأخرى، ويقتل الازهار والثمار الحديثة واحياناً الأفرع العصارية لمعظم الأشجار. كذلك فان حرارة الشتاء المنخفضة يمكن أن تقتل الجذور الحديثة للأشجار مثل أشجار التفاح وكذلك يمكن أن تسبب إنفجار القلف وظهور تشققات على جذع الشجرة والاغصان الكبيرة خاصة على الجهة المعرضة لأشعة الشمس في كثير من أنواع الأشجار. إن الأنسجة اللحمية مثل درنات البطاطس يمكن أن تتضرر على درجات حرارة أقل من التجمد. يختلف الضرر اعتماداً على مقدار إنخفاض درجة الحرارة او على

مدى الدورة التي تبقى فيها الحرارة منخفضة. تظهر الاعراض فقط على الأنسجة الوعائية على شكل حلقة من التحلل والانهيار. اما الاضرار التى تقع على العناصر الوعائية الدقيقة التي تنتشر في الدرنة فانها تعطى مظهر الشبكة المتحللة داخل الدرنة. يمكن أن تزيد الأنسجة المتضررة وتأخذ مساحة كبيرة من الدرنة وهذا ما يسمى البطش .

اولاً: تأثيرات الحرارة المرتفعة

Hight - Temperature Effects

يمكن تلخيص الاضرار الاساسية لدرجات الحرارة المرتفعة كالآتي:

١ – اعاقة النمو وجعل الثمار والازهار أقل من حجمها الطبيعي او تفشل في الوصول إلى طور النضج.

٢ – ظهور مناطق موضعية ميتة من الأنسجة او محترقة من أشعة الشمس او ظهور سمطة الأوراق، الازهار او الثمار.

٣ – مناطق ميتة موضعية على أنسجة الساق او ظهور مايسمى بتشققات الحرارة.

٤ – تساقط او تدلي الأوراق قبل تمام نموها.

٥ – نضج الثمار قبل موعد نضجها الطبيعي مما يسبب ضعف النكهة وعدم قابليتها للتصنيع وخفض القيمة التسويقية.

٦ – موت النبات نتيجة لموت وتحلل الأنسجة تحت تأثير الحرارة.

يجب أن يكون من المفهوم جيداً أن الاضرار المتسببة عن ارتفاع الحرارة تكون متسببة عن الحرارة العالية مقترنة مع بعض الظروف البيئية الأخرى (كما ذكرنا سابقاً). إن موت الخلايا الناتج عن الحرارة العالية ينتج عندما يكون هناك خللاً في تركيب جزيء السيتوبلازم يصعب اصلاحه.

الميكانيكية التي تؤثر بها الحرارة العالية على النباتات:

١ – يبدو أن الحرارة المرتفعة تحدث الاضرار الخاصة بها لانها تؤثر على بعض النظم الأنزيمية وتثبط نشاط بعض الأنزيمات وتزيد في نشاط أنزيمات أخرى، وهذا يؤدي إلى حدوث تفاعلات حيوية غير طبيعية وموت الخلايا.

٢ – كذلك فان درجات الحرارة العالية تؤدي إلى تخثر او تغير طبيعة البروتينات وتؤدي إلى تمزق الاغشية السيتوبلازمية وخنق السيتوبلازم، ومن المحتمل أن ينطلق منتجات سامة في الخلية.

إن الاضرار النهائية للحرارة المرتفعة على خلايا النبات والأنسجة تعتمد على درجات الحرارة القصوى التي تصل إليها ومدى بقاؤها وعلى نوع النبات ومدى حدوث تحورات به لتحمل الحرارة العالية. يمكن أن تختلف الأضرار من اضطرابات فسيولوجية مؤقتة في الخلية إلى موت وجفاف النبات باكمله.

الامراض التي تسببها الحرارة المرتفعة

ا – احتراق قمة البطاطس Tip Burn of Potato

يتميز هذا المرض من أمراض البطاطس باحتراق او التلون البني لقمة وحواف الوريقات تحت تأثير حرارة عالية واشعة شمس مباشرة. ولقد امكن حديثاً تمييز هذا المرض الفسيولوجي عن الاضرار التي تسببها نطاطات الاوراق (احتراق النطاط) وقد كان هناك صعوبة في التمييز بين الحالتين.

الاعراض Symptoms

يظهر مرض احتراق القمة في البداية على شكل ظهور ذبول بسيط واصفرار في الأنسجة في أعلى قمم وريقات نبات البطاطس او تحدث (هذا نادراً) هذه الاعراض على حواف الوريقات خلف القمة بالاضافة للقمة. لايلبث هذا الاصفرار أن يحل محله تلون بني وموت النسيج وتمتد المنطقة الميتة أو اللون البني من القمة إلى أسفل او من الحواف إلي الداخل، في الحالات الشديدة فان جميع نصل الوريقة يصبح بنياً وميتاً. تحت الظروف الملائمة لظهور المرض وتكشفه، فان المرض يبدأ على شكل بقع على قمة وحواف الورقة تتقدم تدريجياً او يكون تقدم المرض بطيئاً او يتوقف عندما تتحول الظروف البيئية إلى الحالة الطبيعية لمتطلبات النبات.

إن كمية الاحتراق التي تحدث في قمة الوريقة تختلف حسب موقع الاوراق وتتأثر بعمر ودرجة اكتمال نمو الأوراق. وجد في الاوراق الحديثة التي تكون قائمة تقريباً أنها تعاني من أقل درجات المرض، بينما يكون المرض شديداً على قمة الأوراق القديمة والتي تكون في وضع بحيث تسقط عليها أشعة الشمس بشكل زاوية قائمة تقريباً.

نظراً لأن احتراق النطاط واحتراق القمة الفسيولوجي كلاهما يظهر لوحده او يكونا متعاونين تحت نفس الظروف البيئية، فانه يمكن التمييز بين الحالتين اعتماداً على النقاط الآتية:

١ - الاحتراق الناتج عن النطاط، يكون الجهاز الوعائي الخارج من العرق الوسطي في الورقة هو مركز الاعراض والاضطرابات ويتقدم موت النسيج من القمة او الحواف إلى الداخل. اما الاحتراق الفسيولوجي فانه يبدأ من أعلى القمة في الوريقة.

٢ - احتراق النطاط لايكون مقتصراً على جزء معين من الورقة وإنما يشمل أي جزء، بينما الاحتراق الفسيولوجي يبدأ من قمة الورقة وأحياناً نادرة يبدأ من حواف الوريقة.

٣ - احتراق النطاط يتميز بظهور منطقة تشبه حرف (V) من الأنسجة الميتة وتكون قمة الحرف في وسط العرق الوسطي وضلعا الحرف باتجاه حواف الورقة. اما الاحتراق الفسيولوجي فيكون على شكل نصف قوس او هلال على قمة الوريقة.

أسباب المرض : Etiology

قبل اكتشاف مرض احتراق النطاط كان هناك إتفاقاً شبه تاماً بين الباحثين على أن المرض (احتراق القمة الفسيولوجي) يرجع إلى سبب نقص الماء خلال أيام فصل الصيف الحارة. إلا أن الابحاث التي أجريت فيما بعد أثبتت أن احتراق قمة البطاطس يتسبب عن ارتفاع الحرارة والكثافة الضوئية. يبدو أن المرض يصل إلى أعلى شدة له عند وصول أعلى موجات حرارة إلى النبات لمدة معينة وأن هذه المدة تكون فيها أقل رطوبة نسبية وأعلى كثافة اضاءة شمسية. إن الحقيقة التي تثبت أن الحرارة والضوء هما اكثر أهمية من نقص الماء في إحداث المرض يمكن تأكيدها بملاحظة سلوك النباتات التي لاتعاني من نقص الماء عند

تعريضها لحرارة مرتفعة واضاءة شديدة فتظهر عليها أعراض المرض واضحة (تجارب معملية).

كما ذكر في الأعراض فان الأوراق الحديثة التي في وضع قائم تهرب من الاصابة بالمرض وذلك للأسباب الأتية:

١ - أن الوضع العمودي او القائم للأوراق يجعل سقوط أشعة الشمس بشكل موازي تقريباً لسطوحها وبالتالي فانها تتحصل على حرارة وكثافة ضوئية أقل مما لو كانت أشعة الشمس تسقط عليها عمودياً.

٢ - ارتفاع تركيز عصارة الخلية في النموات الحديثة اكثر منها في الأوراق السفلى والذي يعوق فقد الماء.

ولقد تبين أيضاً أن الأوراق النامية مبكراً في موسم النمو تكون ذات تركيز عصاري في الأنسجة والمجموع الخضري اكثر منها في الاجزاء النامية متأخراً.

تكون نباتات البطاطس اكثر حساسية للمرض وهي في طور الازهار وذلك لأن معظم التفاعلات الحيوية والعمليات الفسيولوجية في النبات تتجه نحو الازهار وأن خلايا الساق تعتمد على الأوراق والجذور لتحصل منها على الماء وبالتالي يتأثر الضغط الأسموزي في الأوراق وتصبح حساسة لحرارة الشمس.

الوقايـــة: Prevention

لتقليل الأضرار الناتجة من هذا المرض يمكن اتباع الخطوات الآتية:

١ - إختيار وزراعة أصناف البطاطس المتأخرة النضج حيث أن الاصناف المبكرة تعاني من الاصابة.

٢ - عدم الزراعة في الأراضي الخفيفة جداً حيث تبين أن الأراضي الخفيفة قد تهيء النبات للاصابة.

٣ – رش النباتات بالكيماويات للقضاء على براغيث وخنافس ونطاطات الاوراق والحشرات الأخرى. ولقد وجد أن الرش بمحلول بوردو أعطى وقاية جيدة للنباتات في حالة الاحتراق الفسيولوجي لوحدة وذلك لأنه يقلل من إمتصاص النباتات للحرارة او يقلل عملية النتح.

٣ - احتراق قمة البنجر Tip Burn of Beet

تظهر أعراض هذا المرض على شكل تشوه للأوراق في شكلها ويظهر موت وتحلل على طول حواف نصل الورقة، كثيراً مايمتد هذا التحلل إلى القمة. تأخذ الأوراق شكل الفنجان وتتحدب إلى أسفل واحيانا تتقعر إلى أعلى نظراً لحدوث تحلل وموت حواف الأوراق فان نمو الورقة يتوقف وتصبح الأوراق مشدودة. في حالات الاصابة الشديدة تظهر أعناق الأوراق سوداء بدون نصل او يكون النصل مقطعاً وبحواف سوداء. احياناً يتكشف بقعاً متحللة شاحبة في أنصال الأوراق. أما النباتات التي تترك لتؤخذ بذورها فان الاعراض تكون عليها على شكل اوراق ذات قمم سوداء على قمة الشمراخ الزهري. إذا ما إنقشعت أسباب المرض فمن السهل أن تعود النباتات وتنمو طبيعياً.

يحدث مرض احتراق قمة البنجر بعد فترات من الكثافة الضوئية المنخفضة في جو ضبابي. يبدو أن النباتات التي حصلت على أسمدة نيتروجينية عالية نسبياً تكون اكثر عرضة للضرر. تُظهر سلالات وأصناف بنجر السكر إختلافات واضحة في ميلها الوراثي لتكشف المرض عندما تسود الظروف الجوية المثلى للمرض. كان يفترض أن المرض يتسبب عن ترسيب مكونات نيتروجينية في الجذور بتركيزات عالية سامة وأن هناك عوامل معينة مرافقة مع عملية التمثيل الضوئي يبدو أنها تعادل التأثيرات السامة لهذه التركيزات. لدعم هذه النظرية تبين في بعض التجارب أن الأوراق القديمة للنبات المعرضة لاضاءة الشمس الكثيفة يظهر عليها المرض بوضوح اكثر من الاوراق الحديثة المظللة.

٣ - احتراق قمة الخس Tip Burn of Lettuce

يعتبر هذا المرض من أهم العوامل التي تؤثر على إنتاج الخس. تتكون الاعراض من ظهور أنسجة بنية ميتة على طول حواف الأوراق بعرض $\frac{١}{٤}$ إنش. في حالة أنوع خس المائدة (الاوراق غير متلاصقة) فان الاعراض تظهر على أي ورقة بغض النظر عن موقعها وتكون على طول العرق الرئيسي ويسمى هذا الطور لفحة العرق او عفن العرق. اما في أصناف خس السلطات (الاصناف المتلاصقة الأوراق) فان الاعراض تكون اكثر إنتشاراً على الاوراق الداخلية مما يجعل رؤوس الخس بدون فائدة ولاتسوق. يمكن أن يظهر المرض فجاة عندما يكون المحصول قارب النضج ويسبب خسائر كبيرة.

العوامل المسببة للمرض:

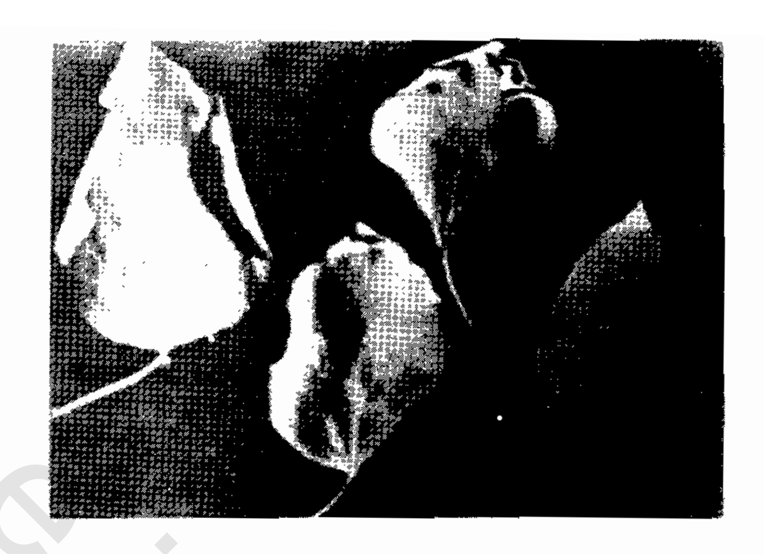
من المؤكد بشكل عام أن مرض احتراق قمة الخس هو من الأمراض غير الطفيلية مع أن بعض أنواع البكتيريا قد توجد في حواف الأوراق الميتة البنية. إن السبب الاساسي للمرض يتعلق بالظروف البيئية حيث يلائمه ارتفاع الحرارة وارتفاع الرطوبة أيضاً ولايوجد دليل على أنه يتسبب عن الحرارة لوحدها. أن التفاعل بين ظروف التربة والظروف الجوية مهماً في حدوث هذا المرض. لقد بين Anderson ١٩٣٦ بالتجارب أن احتراق القمة يكون اكثر شدة عندما يكون هناك إختلافاً بين درجات الحرارة القصوى للهواء المحيط بالنبات وحرارة التربة اعلى مايمكن. كذلك فان نقص الرطوبة الأرضية والاضطرابات في العلاقات المائية لها دوراً كبيراً في حدوث المرض. يبدو أن المرض كثير الحدوث عندما يسود طقس بارد رطب يتبعه طقس جاف حار مشمس.

هناك إختلافات واضحة في حساسية أصناف الخس لمرض احتراق القمة ومع ذلك لايوجد صنف لايصاب بالمرض بشكل كامل، ولكن قد تكون نسبة الاصابة أقل من ٥٠٪، لذلك يجب مراعاة إختيار مثل هذه الاصناف عندما يزرع الخس على نطاق تجاري واسع.

٤ - احتراق حواف الأوراق Leaf Scorch

تسبب الحرارة المرتفعة احتراق الأوراق مباشرة او بشكل غير مباشر وذلك عن طريق التشجيع والحث على التبخر أو النتح الشديد. يتأثر النتح بالحرارة، كلما زادت الحرارة فان النشاط الجزيئي يزيد ويُفقد الماء بواسطة النتح الذي يزيد طردياً. يمكن أن يزداد النتح ويصبح سريعاً جداً على الحرارة العالية والتي عندها لايتحرك الماء وينتقل خلال الجذور إلى الساق والأوراق بنفس سرعة فقد الماء وذلك للمحافظة على حالة من التوازن بين فقد الماء وإمتصاصه. إذا لم يكن هناك تعويض للماء المفقود عن طريق النتح يصبح البروتوبلازم جافاً والأوراق متهدلة وتذبل، يتحطم الكلوروبلاست والكلوروفيل، تموت الخلايا ويظهر الشحوب والتحلل. نظراً لأن نقص الماء يحدث اولاً في الخلايا الموجودة في نهايات العروق الدقيقة في الجهاز الوعائي فان الاضرار تظهر اولاً على قمة وحواف الورقة حيث توجد هذه النهايات الدقيقة (شكل ٤٢).

يظهر مرض احتراق الورقة على كثير من أنواع النباتات ولكنه بشكل عملي يكون شائعاً على الأنواع المحبة للظل وعلى الأوراق التي تتكشف تحت ظروف باردة وتتعرض فجأة إلى طاقة حرارية عالية في أيام الصيف المشمسة. بشكل عام إذا ارتفعت درجة الحرارة فجأة في أوائل الصيف فوق ٣٨ °م خاصة إذا كان فصل الربيع بارداً، إن هذا التغير الفجائي يؤدي إلى ظهور احتراق الأوراق في جميع أصناف النباتات مثل العنب، المشمش، الاكاسيا، الورد، الليلك، الدردار، البرقوق، التين وغيرها من أشجار الزينة والغابات. يظهر في بعض الاوقات على حواف وقمة الورقة لون بني واحياناً يظهر لون فضي او زجاجي في مناطق بين العروق في النباتات الحساسة. وجد أن احتراق الاوراق يكون شديداً على الاوراق التي تسقط عليها أشعة الشمس بزاوية قائمة. كذلك وجد أن ثمار العنب والمشمش تجف وتتجعد مبكراً في اولى أطوار نموها إذا لم يقيها المجموع الخضري. إن أشجار الغابات مثل كستناء الحصان والقيقب حساسة لارتفاع الحرارة ويظهر عليها المرض.



شكل رقم ٤٢: إحتراق حواف الأوراق في المشمش نتيجة الحرارة المرتفعة.

٥ - لفحة البصل Onion Blight

يظهر هذا المرض على شكل موت قمة الورقة وحدوث مناطق ميتة متحللة مترافقة مع وجود بقع صغيرة مستديرة بيضاء إلى رمادية تظهر فوق الورقة. يكون المرض شديداً عندما يسود طقس حار جاف بعد فترة رطوبة. إذا كانت الاصابة شديدة يمكن أن تصل نسبة الفقد في اوراق المحصول حوالي ٤٠٪ وإذا كانت الاصناف حساسة يكون الفقد ١٠٠٪ خاصة إذا كانت مزروعة في أراضي رملية خفيفة. يمكن وقاية المحصول بزراعة الاصناف المتحملة للحرارة واستعمال اراضي تحتفظ بالرطوبة.

٦ - امراض سمطة الشمس Sunscald Diseases

إن مرض سمطة الشمس هو اسم يطلق على المرض الذي يؤثر على جميع الاجزاء التي فوق سطح الأرض للنباتات، ويعزى إلى تأثير كثافة أشعة الشمس اكثر منه إلى تأثير الحرارة ولكن كلاهما ضرورياً لظهور المرض. إن أمراض السمطة شائعة على الخضراوات وأشجار

الفاكهة. سواء كانت الثمار خضراء او قريبة من طور النضج فانها تصاب بالسمطة اثناء فترة الحرارة العالية. يظهر النسيج النباتي (ثمار أو أوراق) لامعاً ثم يأخذ المظهر المائي وينهار بسرعة مؤدياً إلى ظهور مناطق غائرة ذات لون أبيض او رمادي في الثمار الخضراء أو ذات مظهر مصفر في الثمار الحمراء. تصيب السمطة سيقان الأشجار مثل المانجو، الكمثرى والحمضيات. تتميز الاعراض على شكل تمزق في النسيج مؤدية إلى تكوين تشققات وجفاف للقلف. احياناً تظهر السمطة على الاوراق الحديثة والنموات الجديدة للأشجار.

عندما يكون للنبات مجموع خضري كثيف والذي يسبب وقاية جيدة من أشعة الشمس فان الاضرار تكون أقل ما يمكن. فيما يلى شرحاً مفصلاً لأمراض السمطة على بعض النباتات.

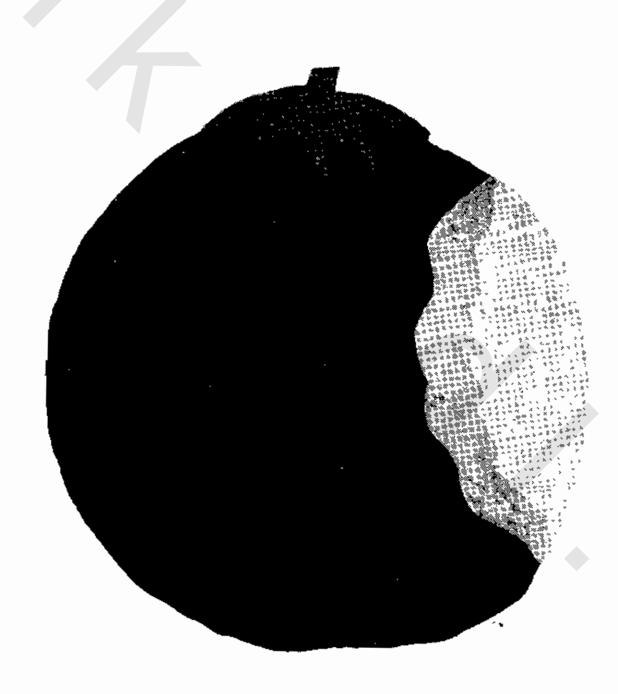
أ - سمطة الفاصوليا: Bean Sunscald:

هذا المرض مشروح بتفصيل اكثر في اضرار الاضاءة القوية. تظهر اضرار الحرارة على أجزاء النبات المعرضة لأشعة الشمس. تبدأ الأعراض على شكل بطش بنية بين العروق على نصل الأوراق، كثيراً ما تمتد هذه البطش على مساحة كبيرة. يمكن أن يتبع ظهور البطش تساقط الأوراق. يظهر بقع على أجزاء القرون المعرضة للشمس تكون في البداية مائية المظهر ثم تصبح غائرة وتكون مصبوغة بلون أحمر. كلما إتسعت البقع فانها تتكشف على شكل أشرطة. أحياناً يحدث التباس بين هذه الأعراض وأعراض اللفحة البكتيرية.

ب - سمطة الطماطم Tomato Sunsclad

تعاني الطماطم من مرض السمطة وتظهر الاعراض على المجموع الخضري وعلى الثمار. كما وان البادرات النامية بسرعة في الصوبات الزجاجية يمكن أن تصاب بالسمطة عندما تعرض إلى الشمس الساطعة والهواء الجاف. يظهر في منتصف الموسم بطش مصفرة على الأوراق عندما يسود طقس ممطر غائم يتبعه فجأة فترة جفاف مشمسة، لاتلبث أن تجف هذه البقع بسرعة ويصبح لون النسيج أحوى (أسمر ضارب للصفرة) او بني لامع. عندما يكون المجموع الخضري غير كثيف بسبب صفة وراثية في النوع او بسبب تساقط الأوراق نتيجة

الاصابة المبكرة بالسبتوريا *Septoria* Leaf Spot، فان سمطة الثمار سرعان ماتظهر على الثمار الخضراء فى الأيام المشمسة.. تصبح الجهة من الثمرة المقابلة للشمس صفراء وتنضج بدون انتظام او أن المنطقة المتضررة يمكن أن تصبح بيضاء شبه لامعة (شكل ٤٣). يفقد النسيج ماءه بسرعة وينكمش ويبهت ويتحول إلى اللون الرمادي ويصبح غائر وتظهر عليه بقع شبه ورقية. الثمار التي تقطف خضراء وتلف لايظهر عليها أعراض المرض أثناء الجمع ولكن يمكن أن يتكشف عليها المرض أثناء الشحن وفي المخزن. يمكن أن تهاجم الفطريات الثانوية اماكن سمطة الشمس في ثمار الطماطم اما الاصابة البكتيرية فهي غير شائعة.



شكل رقم ٤٣: أعراض مرض سمطة الشمس في الطماطم.

جـ - سمطة الشمام العسلي

تتميز الاعراض على شكل بقع صغيرة بنية تظهر على جانب الثمرة المعرض للشمس. تتسع هذه البقع حتى تصبح بقطر ١٢ سم. تكون دائرية صلبة وغائرة، تصبح سوداء ذات حواف صفراء رمادية او بيضاء. الشمام الناضج يكون اكثر قابلية للاصابة من الشمام غير الناضج.

د - سمطة البصل Onion Sunscald

عندما تتعرض أبصال البصل إلى أشعة الشمس فان هذا يؤدي إلى سرعة موت الأنسجة والتي تصبح طرية زلقة لاتلبث أن تجف بسرعة. يتكون بقع بيضاء جلدية بقطر ٣ سم او اكثر على سطح البصلة المعرض للشمس. إذا تغير الطقس واصبحت الرطوبة الجوية عالية فان بقع السمطة تهاجم ببكتيريا العفن الطري ويتبع ذلك ظهور تحلل لزج. يمكن منع السمطة عن البصل وذلك بتغطية الأبصال بقمم العروش أثناء وجودها ملقاة على سطح التربة وقبل أخذها للمخزن.

هـ - سمطة الفلفل والباذنجان Eggplant and Papper Sunscald

يصاب الفلفل والباذنجان بسمطة الشمس، تظهر السمطة على شكل بطش جافة بيضاء في اي مكان على الثمرة، تكون السمطة شديدة عندما يلفح المجموع الخضري، وتقل كثافته بحيث لايظلل جميع الثمار جيداً وبالتالي تتعرض الثمار قبل النضج لأشعة الشمس المباشرة وتظهر عليها السمطة.

و - سمطة الخس والكرنب Lettuce and Cabbge Sunscald

يسمى هذا المرض باسم التبقع الخمري الخشن Russet Spotting. يظهر هذا المرض عندما تتعرض الأوراق العليا لرؤوس الكرنب والخس إلى الحرارة وأشعة الشمس. تظهر اولى أعراض السمطة على شكل مناطق غير منتظمة مائية او لامعة والتي لاتلبث أن تصبح بيضاء جافة. تأخذ رؤوس الخس والكرنب المظهر الخمري المبيض الخشن، وهذا المرض يتأثر مباشرة

بدرجة الحرارة القصوى للهواء وإذا زادت عن ٣٠ م لمدة يومين على الأقل فان المرض يظهر بشدة.

ز - سمطة التفاح Apple Sunscald

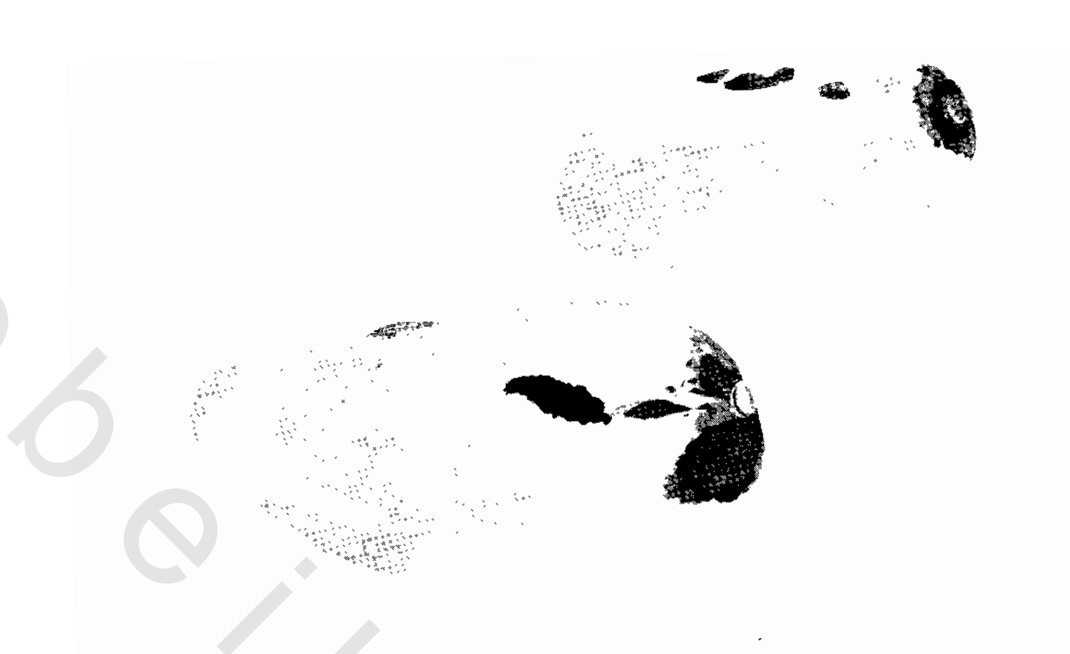
يسمى مرض السمطة في التفاح باسم السمطة الطرية في التفاح Soft Scald of Apple. يظهر هذا المرض على ثمار التفاح عندما تقارب النضج او أنها تكون قد قاربت من نصف حجم نموها الطبيعي على الأقل. تحدث الاضرار للثمار خلال عدة أيام والتي فيها تكون اعلى درجة حرارة في النهار تزيد عن ٣٨ م. تختلف الأعراض إلى حد ما حسب الاصناف وتظهر عادة على الجانب من الثمرة المقابل لأشعة الشمس اكثر منها على الجوانب المظللة. تكون الاصابة احياناً شديدة جداً وتؤدي إلى تكوين نسيج مائي بني تحت جلد الثمرة والذي عندما يجف بالتدريج يؤدي إلى ظهور مناطق غائرة والتي كثيراً ماتكون متجعدة او متموجة على سطح الثمرة.

ح - سمطة الكمثرى Pear Sunscald

إن أعراض هذا المرض على الكمثرى مشابهة لتلك الاعراض المذكورة على التفاح، ولكن في الكمثري فان النسيج السطحي للثمرة المعرض لأشعة الشمس يصبح بني او أسود ويتغير طعم الثمرة. يكون المرض دائماً مترافقاً مع مرض أخر يسمى (تحطم قلب الكمثرى) حيث في هذا المرض تصبح أنسجة قلب الثمرة مائية بنية.

ط - سمطة المانجو Mango Sunscald

تصاب ثمار المانجو بالسمطة ويسمى هذا المرض لطعة الكتف في ثمار المانجو Shoul-der Spot of mango Fruits. تظهر الاعراض عادة على الثمار المعرضة لأشعة الشمس. تظهر الأنسجة المسموطة بلون بني داكن على سطح الثمرة (شكل ٤٤) ويظهر بقع ميتة جافة بنية، تكون معظم هذه البقع على جنب الثمرة القريب من الحامل. في حالات الاصابة الشديدة تصبح الثمار مشوهة ومشققة ذات مذاق سيء ونكهة رديئة.



شكل رقم ٤٤: أعراض مرض سمطة المانجو.

ى - سمطة الحمضيات Citrus Sunscald

يأخذ هذا المرض في الحمضيات اسم احتراق ثمار الحمضيات. تكون الاضرار على الثمار احياناً شديدة جداً مؤدية إلى تكوين بقع بنية مصفرة على جلد الثمرة. تتشقق الثمرة احياناً تشققاً طولياً وتفقد قيمتها الغذائية والتسويقية.

ك - سمطة الموز Panana Sunscald

تتميز اعراض هذا المرض في الموز بظهور مناطق مخضرة إلى مصفرة على طرف الثمرة (قرن الموز) الحر والذي يكون معرضاً لأشعة الشمس. تهاجم الفطريات في كثير من الاحيان هذه المناطق مؤدية لاحداث المرض المسمى قمة الاصبع السوداء في ثمار الموز.

ل - سمطة التين Sunscald of Figs

تصاب ثمار التين بسمطة الشمس او الاحتراق الشمسى Sunburn. تظهر الاعراض على شكل بطش بنية داكنة وصلبة او أشرطة او بقع حول فتحة ثمرة التين (الفتحة التي تدخل منها الحشرات لتلقيح الازهار) او على أحد الجوانب. تكون ثمار التين الناتجة من الأشجار الضعيفة اكثر قابلية للاصابة من تلك المأخوذة من أشجار قوية.

م - سمطة ثمار الرمان Pomegranate Sunscald

إن تعرض ثمار الرمان لأشعة الشمس خلال فترة النمو يسبب حدوث بطشاً ذات تلون خشن قليلاً، جلدية، صلبة وبنية او قد تكون صفراء. تكون هذه البطش احياناً كبيرة بحيث تأخذ ربع مساحة الثمرة او اكثر. تبدو البطش واضحة إذا كان جلد الثمرة ذو لون أحمر غامق ويقل وضوحها في أصناف الرمان ذات الجلد الاصفر.

٧ - التقرح الحراري في الكتان Heat Canker of Flax

يمكن أن يتضرر نبات الكتان بطريقة تؤدي إلى كسر الساق فوق او بالقرب من سطح التربة وبالتالي يقال بأن الكتان مصاب بالتقرح. هناك عوامل مختلفة مسئولة عن هذا المظهر. هناك فطر محدد لإحداث التقرح في الكتان وهو فطر *Colletotrichum lini* في مناطق كثيرة من العالم. لقد تبين أن هناك مرضاً يسبب تقرح الكتان يختلف عن المرض الفطري وأنه مرض غير طفيلي يعود إلى ارتفاع درجة الحرارة.

ومنعاً للالتباس بين المرضين سمي المرض الثاني التقرح الحراري في الكتان. كذلك فان هذا المرض يصيب الفاصوليا، اللوبيا، البسلة، البيقية، الراي، القمح والشعير.

الأعراض :

تكون اولى أعراض المرض حدوث كسر ملاحظ فوق او بالقرب من سطح التربة، يعتقد لأول وهلة أن هذا الكسر نتيجة الرياح او الاصابة بالحشرات. يتسبب هذا الكسر عن موت

قشرة الساق في هذه المنطقة بينما لايزال النبات حديثاً ومرناً. إذا حدثت الاضرار والنبات لايزال أقل من ٧ سم في الطول، تنهار الأنسجة في منطقة تلامس الساق مع سطح التربة الحار ويذبل النبات ويموت. اما في النباتات التي يكون طولها ٧ – ١٥ سم فان القشرة فقط هي التي تموت تاركة النبات أن ينقلب، إلا أنه عادة يبقى حياً لعدة أيام أو أسابيع وذلك لعدم تضرر الجهاز الوعائي بالساق. في حالات نادرة فقط عندما يكون النبات أطول من ١٥ سم تظهر عليه الاضرار بنفس الطريقة السابقة ولكن عادة تظهر الاعراض على النباتات التي هي أطول من ١٥ سم على شكل بثرات بالقرب من سطح التربة وتستمر النباتات في النمو بعد الاصابة. يحدث إنتفاخ وتوسع في الساق فوق منطقة الاصابة وأحياناً تحتها. في معظم النباتات التي أصيبت بالتقرح فان الساق يعاني من المرض إما عاجلاً أو آجلاً وذلك لأنه يحدث تحلق للساق وتهاجمه الكائنات المرضة او الرمية. قد يمنع التحلق وصول المواد الغذائية إلى الجذر وبالتالي تضعف الجذور ولاتقوى على حمل النبات وينكسر الساق ويموت النبات.

إن الانقباض الذي يحدث في الساق في المنطقة المحددة بالتقرح تكون بسبب موت الخلايا وانكماش القشرة، بينما يحدث إنتفاخ وتوسع في الساق فوق منطقة التقرح بسبب اعاقة حركة الغذاء المجهز المتجه إلى المجموع الجذري. إذا ماحدث وأن أصبحت المنطقة المنتفخة على إتصال مع ماء التربة، يبدأ تكوين جذور عرضية تبدأ في مساعدة ساق النبات في الوقوف إذا استمرت الرطوبة الأرضية اما إذا حدث جفاف فلاتتكون الجذور العرضية او أنها تتكون ثم تموت.

اسباب المرض:

اجريت دراسات عديدة للمحاولة لعزل كائنات ممرضة مسببة لهذه الحالة المرضية فلم يكن هناك اي دليل على أن المرض يتسبب عن كائنات طفيلية وتبين أن التقرح الحراري في الكتان يعود لارتفاع حرارة الطبقات السطحية للتربة الجافة والتي تكون متلامسة مباشرة مع الأنسجة الغضة من الساق العصارية الحديثة. تختلف كمية الضرر للنبات وذلك حسب تماسك التربة ومدى عصارية الأنسجة والحرارة المطلقة. يحدث تقرح لنباتات الكتان خلال بضع أيام والتي تكون فيها درجة حرارة التربة حتى عمق $\frac{1}{2}$ إنش تتراوح من ٤٠ – ٥٠° م، من هذا

يتبين أن المرض يتسبب عن الحرارة الشديدة ومايصاحبها من أشعة مركزه. إن أفضل الظروف لحدوث المرض عندما تكون درجة حرارة سطح التربة ٥٤° م وتكون بادرات النبات في الاطوار الأولى من النمو ولكن إذا تخطت النباتات وهي في الاطوار الأولى الفترة الحرجة من تقلبات الحرارة فانها تهرب من الاصابة وتكون الاضرار قليلة. ولقد تبين من الدراسات المستفيضة على هذا المرض مايلي:

١ - إن مرض التقرح كان اكثر شدة في الخطوط المزروعة على مسافات واسعة عنها في الخطوط المتقاربة والمزروعة على مسافات ضيقة.

٢ - إن تظليل النبات باي وسيلة من الوسائل يقلل حدوث المرض.

٣ - إن تغطية سطح التربة بحوالي $\frac{١}{٤}$ إنش من الرمل الاصفر خاصة في الأراضي السوداء المتماسكة يقلل من شدة المرض. وكذلك جعل سطح التربة ممهداً غير صلباً يقلل من حدوث المرض.

٤ - يمكن منع المرض بالزراعة المبكرة وبالتالي تتخطى النباتات المرحلة الأولى قبل أن تبدأ الحرارة الجوية في الارتفاع.

٨ - البقعة الحرارية او بقعة كلسي Heat Spot or Kelsey Spot

يصيب هذا المرض ثمار البرقوق وتظهر الاعراض على شكل إنخفاضات سطحية على قشرة الثمرة تكون ذات لون داكن وأغمق من لون الثمرة الطبيعي وتكون ذات حواف محددة، تموت الأنسجة أسفل هذه النقر ويكون شكلها مميزاً عن أعراض سمطة الشمس. تظهر أعراض البقعة الحرارية إذا ارتفعت درجة الحرارة عن ٤٠° م لعدة ساعات. تتحمل الاصناف الأوروبية هذا المرض أما الأصناف اليابانية فهي شديدة الحساسية للمرض.

٩ - سمطة الشمس الشتوية Winter Sunscald

إن تعبير سمطة الشمس الشتوية يشير إلى التقرحات التي تنشأ على أنسجة الساق خلال شهور الشتاء. تتميز التقرحات بظهور أنسجة غائرة جافة ملونة على الاغصان الكبيرة

والجنوع في النباتات الخشبية. تكون الأشجار ذات القلف غير المفصول والرقيق مثل الجوز، التفاح والبرقوق اكثر حساسية لسمطة الشمس الشتوية.

إن سمطة الشمس الشتوية لاتتسبب مباشرة عن ارتفاع الحرارة ولكنها تتسبب عن التقلبات في الحرارة، حيث أن هذه التقلبات تكون اكثر حدوثاً خلال أشهر الشتاء عندما تكون الأشجار متساقطة الأوراق عارية من المجموع الخضري الواقي لها. من الامثلة على تقلبات الحرارة، تكون حرارة الكامبيوم في أشجار الخوخ غير المظللة في الفروع الكبيرة تصل ٣٠° م بينما حرارة الهواء الجوي تبقى تحت الصفر المئوي. إن فرق ١٠° م بين حرارة النسيج والجو المحيط لبضع دقائق يكون أساسياً ومسئولاً عن حدوث السمطة الشتوية. إن خلايا الكامبيوم الحساسة تكون غير قادرة على أن تضبط درجة الحرارة بسرعة كافية لتلائم التقلبات وأن التغير السريع يمكن أن يكون قاتلاً حتى عندما تكون الدرجات القصوى أقل من تلك التي يتحملها طبيعياً. إن موت خلايا الكامبيوم كثيراً ما تسبب إنفصال القلف عن الخشب ويمكن أن يتكشف تشققات وانفجار ولكن غالباً مايظهر تشقق فقط، مثل هذه التقرحات والتشققات تكون وسيلة واضحة لدخول البكتيريا والفطريات المرضة.

١٠ - القلب المائي في التفاح Water - Core of Apple

يعتبر مرض القلب المائي في التفاح من الأمراض الشائعة الحدوث بشكل عملي في كل مناطق زراعة التفاح في العالم. إن الأعراض المميزة للمرض هي المظهر المائي او الزجاجي في لب ثمرة التفاح، يختلف موقع ومساحة هذه المنطقة حسب نوع التفاح وحسب درجة الحرارة. عادة يكون المرض محصوراً في المنطقة المجاورة للحزم الوعائية او محيطة بالقلب مباشرة (شكل ٤٥).

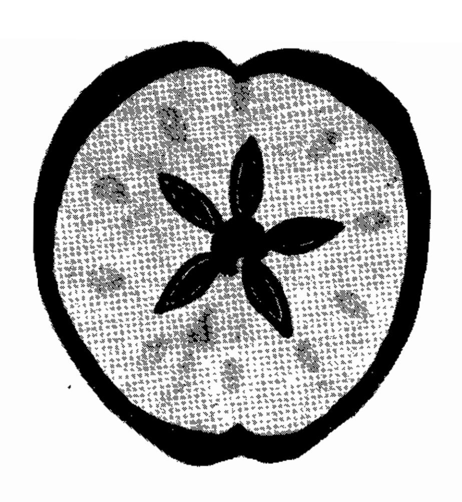
تكون الأعراض في البداية على شكل نقط صغيرة حول الحزم الوعائية. تزداد منطقة القلب المائي في الحجم حتى تشمل طبقة او مساحة كبيرة من لحم الثمرة. احياناً يشمل المرض جميع الثمرة. في هذه الحالة الاخيرة فان الحالة المائية يمكن أن تظهر خلال الجلد

ولكن عادة لايوجد أثر للمرض على سطح الثمرة ولايلاحظ المرض مالم يعمل مقطع في الثمرة. يحدث المرض في ثمار التفاح الناضجة ويزداد كلما تقدمت الثمار وتخطت طور النضج. إن قطف الثمار في الوقت المناسب هو أفضل طريقة لمنع تقدم المرض، في بعض الحالات يمكن أن يظهر المرض على الثمرة قبل عدة أسابيع من نضجها.

إن المظهر المائي او الزجاجي يتكون بسبب أن الماء او عصارة الخلية المفرزة تملأ المسافات بين الخلوية بدلاً من الهواء كما في حالة الأنسجة السليمة. ولكن السؤال ماهو السبب الذي يجعل الماء يحل محل الهواء بين الخلايا؟؟

هناك نظريات كثيرة تفسر هذه الظاهرة. من أهم التفسيرات شيوعاً، هو أن التقلبات في درجات الحرارة تؤدي إلى تقلبات في النتح. عندما يتوقف النتح فجأة فان التراكم الزائد من العصارة في الخلايا يملأ الخلايا ويزيد، هذه الزيادة تندفع خارجاً في المسافات بين الخلايا.

من الحقائق الثابتة أن القلب المائي في التفاح يحدث باستمرار ويكون شديداً في ثمار التفاح المعرضة للشمس بينما هي لاتزال على الشجرة. مثل هذه الثمار وخاصة المعرضة للشمس يتكون فيها تركيزات عالية من العصارة الخلوية وتنخفض فيها الحموضة عنها في الثمار السليمة. تبين أن أنسجة القلب المائي فيها تركيز العصارة أعلى منه في الأنسجة السليمة في نفس ثمرة التفاح. تبين أن تركيز العصارة المرتفع هو البادىء لهذا المرض Pre-cursor. تبين أن المرض متعلق بحرارة الجو وليس لرطوبة التربة أي تأثير، إلا أنه قد وجد أن الري الغزير يسبب إنتاج ثمار ذات تركيز عصارة منخفض وبالتالي ينخفض حدوث مرض القلب المائي. إن العوامل الاكثر ارتباطاً بحدوث المرض هي تمثيل الكربوهيدرات وأن النسبة المرتفة بين الأوراق والثمار تميل لأن تجعل الثمار معرضة للمرض.



شكل رقم ٤٥: أعراض مرض القلب المائي في التفاح

١١ - سفع أشجار الغابات Scorch of Forest Trees

إن مرض سفع الأشجار. يعني اضرار الحرارة المرتفعة على الأشجار، او احتراق بعض أجزاء الشجرة من حرارة الشمس، ولهذا يسمى المرض احتراق الورقة (Leaf Scorch) او احتراق الشمس (Sun Scorch). يحدث هذا المرض عند حدوث فترة طويلة من الهواء الجاف الحار، هذه الظروف تؤدي إلى سرعة فقد الماء من الأوراق والذي يصعب تعويضه عن طريق الجذور نظراً لانخفاض الرطوبة في التربة. أما في أشجار الفاكهة فان نقص البوتاسيوم في الأوراق يؤدي إلى اضطراب مستوى الماء بين المجموع الخضري والجذور.

تظهر الأعراض على شكل مناطق ميتة بنية اللون على حواف الأوراق، قد تظهر هذه المناطق بين العروق في نصل الورقة، يظهر لون برنزي احياناً على الأوراق. تبقى الأوراق حية ولاتسقط وبالتالى فان الاضرار الناتجة على الشجرة تكون قليلة. تكون الأعراض اكثر وضوحاً على جانب الشجرة المقابل لجهة هبوب الرياح الجافة الحارة. تظهر اعراض المرض على الأشجار الخشبية، القيقب والصنوبريات واحياناً أشجار الفاكهة.

١٢ - تساقط الثمار الصغيرة في يونيو

June Drop of Fruitlets

يسمى هذا المرض تساقط يونيو للثميرات الصغيرة. يحدث عادة بان تتساقط كميات كبيرة من الثمار الصغيرة تحت الأشجار ثم تتجعدوتتكرمش وتصبح مومياء، يحدث هذا عند ارتفاع درجة الحرارة، إنخفاض الرطوبة، الرياح الجافة القوية وإنخفاض إمتصاص الماء عن طريق الجذور من التربة وقت عقد الثمار وبعد إبتداء نمو الثمرة. إن مقدرة الأوراق والثمار على إمتصاص حاجتها من الماء بسرعة اكثر من فقد الماء عن طريق النتح يمكن أن يقلل من حدوث التساقط نظراً لزيادة الماء. إن الاضرار التي تؤثر على الجذور سواء الاصابة بالفطريات او البكتيريا، النيماتودا او زيادة الأسمدة الكيماوية تؤثر على حدوث المرض وتزيده.

ثانياً: تأثيرات الحرارة المنخفضة

Low Temperature Effects

إن النباتات الحية سواء كانت نامية او ساكنة (في طور السكون) او المنتجات النباتية اذا ماتعرضت لدرجات حرارة منخفضة فانه يحدث عليها اضراراً تتراوح من آثار بسيطة إلى موت النبات وإن شدة الضرر التي تحدث للنبات تختلف حسب إنخفاض درجة الحرارة، المدة التى تستمر فيها الحرارة منخفضة وتركيب النبات وطور نموه.

إن حساسية النباتات للحرارة المنخفضة وكمية وشدة الضرر يعتمد إلى حد ما على الاوضاع الفسيولوجية والظروف المهيئة للنبات. إن التغذية المعدنية خاصة مستوى النيتروجين له تأثير خاص وفوري في مقدرة النبات على تحمل الحرارة المنخفضة. كذلك فان الأنسجة ذات المحتوى العالي من النيتروجين تسمى الأنسجة الطرية (Soft) تكون ذات خلايا واسعة وجدر رقيقة فهي أقل تحملاً للحرارة المنخفضة. أما النباتات ذات المحتوى المتوسط او المنخفض من النيتروجين تسمى النباتات الصلبة (harder) تكون اكثر تحملاً للحرارة المنخفضة. كما وأن المحتوى العالي من الصوديوم والكالسيوم في النبات يلائم حساسية النبات للحرارة المنخفضة. وأيضاً فان نسبة الكربوهيدرات في النبات ونواتج التمثيل الضوئي لها تأثير في تحمل او استجابة النبات للاضرار بالحرارة المنخفضة.

كما أن تهيء النبات للتأثر بالحرارة المنخفضة يتأثر برطوبة التربة. إن النباتات النامية في تربة رطبة، غدقة او مشبعة بالماء تكون اكثر حساسية للتأثر من تلك النباتات النامية في الأراضي الجافة.

كذلك فان عمر النبات يؤثر على حساسيته للحرارة المنخفضة، فان الأنسجة الطرية العصارية والنباتات الحديثة تكون عادة اكثر حساسية للصقيع من الأنسجة المتقدمة في السن، ولكن هذا الاختلاف يكون حسب نوع النبات.

إن الاضرار الناتجة عن الحرارة المنخفضة عادة يشار إليها باضرار الصقيع Forst In-jury. وهو اصطلاح يستعمل ليدل على أن درجات الحرارة المنخفضة عن درجة التجمد

والجليد المتكون هو الذي يسبب اضراراً للأنسجة، لكن إذا كانت درجة الحرارة فوق نقطة التجمد فان الاضرار الناتجة عنها تسمى اضرار الحرارة المنخفضة Low Temperature Injury

تحدث الحرارة المنخفضة عندما تطلق النباتات حرارة اكثر مما تمتص. إن فقدان الحرارة يمكن أن يحدث بطريقتين (١) فقد الحرارة بالتوصيل (٢) فقد الحرار بالإشعاع.

يحدث فقد الحرارة بالتوصيل عندما يكون الهواء المحيط بالنبات أبرد من النبات نفسه، إذا مرت كتلة هوائية باردة خلال المنطقة بالقرب من النباتات فان ذلك يخفض درجة حرارة النبات. أما الفقد خلال الاشعاع فان هذا يتم عن طريق إنطلاق الحرارة من أنسجة النبات الدافئة عن طريق السطح. إن إنطلاق الحرارة هذا يتم باستمرار وإن النباتات في الليل تطلق حرارة أكثر مما تمتص وبالتالي تصبح أبرد من الجو المحيط بها. يكون فقد الحرارة بالاشعاع أسرع عندما تكون السماء صافية والجو هادىء بدون رياح وبدون غيوم. يمكن أن تنخفض حرارة النبات ٢ - ٦ م عن درجة حرارة الجو المحيط.

التاثيرات العامة للحرارة المنخفض

General Effects of Low Temperature

عند دراسة التاثيرات العامة للحرارة المنخفضة على نمو النبات يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار أن لكل نوع او صنف او سلالة نباتية درجة معينة من الدفيء (الحرارة) يكون النمو عليها في الحالة المثلى وتسمى الدرجة المثلى Optimun، إذا إنخفضت درجة الحرارة عن الدرجة المثلى فان النمو ينخفض بانخفاض الحرارة حتى يصل إلى الدرجة الدنيا minimun. إن إنخفاض النمو او وقفه هو التاثير الحيوي لإنخفاض الحرارة وهو الضرر الأول. أما الضرر الثاني للحرارة المنخفضة هو خفض او منع تكوين الكلوروفيل او بطء تركيب الصبغات وهذا يؤدي إلى ظهور الاجزاء الطبيعية الخضراء بلون أصفر. في بعض النباتات او الاجزاء النباتية فان البرد يسبب تكشف صبغات حمراء والتي تظهر بوضوح عند إنخفاض درجة الحرارة اللازمة لتكشف الكلوروفيل. إذا إنخفضت درجة الحرارة إلى أقل من الصفر فان هذا

يؤدي إلى تجمد نسيج النبات ويتبع ذلك موت النسيج ولكن إذا ارتفعت الحرارة ثانية فان النبات يعود لحالته الطبيعية.

يمكن تقسيم الاضرار الناتجة عن إنخفاض الحرارة إلى:

١ – اضرار لاتستمر بحيث تعود النباتات إلى حالتها الطبيعية إذا توفرت لها درجات الحرارة المناسبة للنمو.

٢ – اضرار تؤدي إلى فقد أجزاء من النبات او تشوه أجزاء النبات الأخرى. يظهر في النباتات الحولية أن النبات بأكمله يصبح مشوهاً ومشلولاً طيلة بقية موسم النمو.

٣ – يمكن أن يكون الضرر شديداً ويسبب الموت المفاجيء للنبات.

ميكانيكية اضرار الحرارة المنخفضة.

تُحدث الحرارة المنخفضة اضراراً للنبات، اساساً، عن طريق تكوين الجليد بين او/ و في الخلايا. إن الماء النقي نوعاً ما والموجود في المسافات البينية بين الخلايا يتجمد أولاً على درجة حرارة صفر مئوي تقريباً. بينما الماء الموجود داخل الخلية والمحتوي على مواد ذائبة واعتماداً على نوعية هذه المواد ودرجة تركيزها تنخفض درجة حرارة التجمد اللازمة لتجميد هذا الماء. زيادة على ذلك، عندما يصبح الماء الموجود بين الخلايا جليداً فان ضغط البخار بين الخلايا ينخفض وينطلق ماء اكثر من الخلايا إلى المسافات البينية حيث يتحول هناك إلى جليد أيضاً. إذا إنخفضت درجة الحرارة أكثر عندها يتكون بللورات جليدية في داخل الخلية وهذا يؤدي إلى تمزق الغشاء البلازمي والعضيات الأخرى ويؤدي إلى توقف الأنظمة الفسيولوجية في الخلية وهذا يسبب موت الخلية. إن درجة تجمد محتويات الخلية تختلف حسب نوع النبات وحسب النسيج النباتي، فمثلاً بالنسبة للنباتات الشتوية والتي تعيش في المناطق المتجمدة تكون متحملة لدرجات الحرارة المنخفضة ولايتكون بللورات جليدية في الخلية أبداً لاسباب عديدة ليست في مجال بحثنا. أما النباتات الاستوائية او نباتات المناطق الدافئة سرعان مايحدث فيها البللورات الجليدية.

في النباتات الحساسة للبرودة إذا تكون جليد في المسافات البينية فقط فان الخلايا والأنسجة يمكن أن تتضرر وذلك عن طريق الضغط المتكون على الخلية من الخارج بواسطة البللورات الجليدية، او عن طريق فقد البروتوبلازم لماء وخروج الماء إلى المسافات البينية بين الخلايا. هذه العملية تؤدي إلى التميه او البلزمة للبروتوبلازم والذي يؤدي إلى حدوث تخثر للبروتوبلازم. إن السرعة التي بها تنخفض الحرارة في النسيج النباتي هي أيضاً مهمة لأن هذا يؤثر على كمية الماء التي تبقى في الخلية وبالتالي تؤثر على نقطة التجمد. وبالتالي فان سرعة الإنخفاض في الحرارة يمكن أن يؤدي إلى تكوين جليد بين الخلايا، بينما الانخفاض البطيء إلى نفس درجة الحرارة لايؤدي إلى تكوين جليد بين الخلايا. كذلك فان سرعة ذوبان الجليد تؤدي إلى غمر المسافات البينية والمسافات بين البروتوبلازم وجدار الخلية وهذا يؤدي إلى تمزق البروتوبلاست إذا لم يكن لديه قدرة على امتصاص هذا الماء بنفس سرعة ذوبان الجليد.

بشكل عام يمكن القول بأن اضرار التجمد للنباتات هي نتيجة تكوين جليد بين او في الخلايا أو كليهما. إن شدة الأعراض المرضية التي تنشأ من ذلك تكون مبنية على إختلاف حساسية الخلايا والأنسجة المختلفة لدرجات التجمد. عندما تموت خلية او مجموعة من الخلايا فانه عادة مايحدث تغير في اللون ويكون موقعها واضحاً كمنطقة بنية في النسيج. عندما تحدث مثل هذه الاضرار في أنسجة النباتات النامية بنشاط فان ذلك يؤدي إلى إنقسام خلوي غير عادي، تكوين الكالوس، يحدث تغير في النشاط الهرموني، تنمو الاجزاء الساكنة من النبات ويحدث جروح في النسيج.

إن الاضرار الناتجة عن إنخفاض درجة الحرارة يمكن أن تقسم إلى الآتي:

١ – اضرار الصقيع: تشمل الاضرار التي تنتج عن انخفاض درجة الحرارة (تحت نقطة التجمد) بعد أن يكون النبات قد إبتدأ في النمو في الربيع وعندما يكون النبات في أوج نشاطه الخضري او قبل أن يدخل النبات طور السكون.

٢ – اضرار الشتاء: تشمل الاضرار التي تنتج عن إنخفاض درجات الحرارة بعد أن يكون النبات قد وصل إلى نهاية موسم النمو او قبل أن يبدأ نمو النبات في الربيع.

٣ – اضرار التجمد: تشمل الاضرار التي تسببها درجات الحرارة التي هي تحت نقطة التجمد للثمار أو الأجزاء النباتية الاقتصادية سواء كانت في الحقل او المخزن.

I – اضرار الصقيع Frost Injury

أ – اضرار الصقيع على الأوراق والنموات الحديثة:

في كثير من النباتات فان درجة الحرارة التي عندها يتوقف تكوين الكلوروفيل، تكون أعلى من الدرجة الدنيا للنمو وبالتالي فان النباتات التي تعاني من الشحوب من البرد يمكن أن تستمر في النمو ببطء. إن اللون الأصفر الذي يظهر على النباتات في بداية الربيع سواء كان على البادرات او الحوليات او على قمم اوراق الأعشاب المعمرة هو نتيجة الحرارة غير المناسبة للنبات لتكوين الكلوروفيل. إذا لم يتحطم الكلوروفيل نتيجة إنخفاض درجة الحرارة فإن النبات يعود إلى حالته الطبيعية بعد رجوع الحرارة إلى الارتفاع. عندما تكون درجات الحرارة غير منخفضة لدرجة أن تقتل الأنسجة النباتية فانها يمكن أن تسبب تكتل او عدم تعضي الكلوروبلاست او أن اللون الاخضر العادي يمكن أن لايعود ثانية حتى لو توفرت درجات الحرارة المناسبة. إن مثل هذه الأوراق المتضررة يمكن أن تبقى خلال حياة النبات او يمكن أن تلفح وتسقط قبل نهاية موسم النمو.

إن إنخفاض درجة الحرارة يكون تأثيره كبيراً إذا كان مرافقاً مع إنخفاض مستوى الرطوبة (الماء) في التربة والذي يتدخل مع النشاط الطبيعي للجذور (الحرارة ونقص الماء هما العاملان الحاثان على الضرر). في بعض النباتات فان درجات الحرارة غير الملائمة لتكوين الكلوروفيل فانها تشجع تكوين الصبغات الحمراء والانثوسيانين والذي ينوب في عصارة الخلية مما يؤدي إلى إحمرار الأوراق. كذلك فان بعض الأنواع من الأشجار أو الشجيرات يكون نموها الخضري الأولى في بداية الربيع ملون جداً باللون الأحمر، ولكن هذه الظاهرة تختفى مع حلول الطقس الدافيء المناسب. كما أن بعض أصناف القمح الشتوي إذا فحصت في بداية الربيع سوف يلاحظ عليها عدة اوراق محمرة، بينما الشوفان يظهر عليه اللون الاحمر مركزاً اكثر وهذا مايسمى مرض الورقة الحمراء (Red Leaf Disease). إن ظهور

الالوان الحمراء في الأوراق في الخريف يدل على بداية الشيخوخة للأوراق المتساقطة وهذا يكون مترافقاً مع حدوث تغيرات داخلية تؤدي إلى إنتقال المواد البنائية إلى الأفرع الصغيرة او الأغصان قبل أن تسقط الأوراق او قبل حلول موت الصقيع.

إن درجات الحرارة التي هي أعلى من نقطة التجمد قد تبين أنها تسبب اضراراً خاصة لبعض الأنواع النباتية العصارية. تكون استجابة النبات على شكل شحوب، لمعان، نبول، تحلل موضعي او عام ثم الموت. إن الرز، الفاصوليا الناعمة Velvet beans، اللوبيا والقطن قد ماتت عند تعرضها لمدة ٦٠ ساعة على درجة حرارة من ٠.٥ – ٥ْ م، بينما البطاطس، عباد الشمس، الطماطم والكتان لم تتأثر بنفس المعاملة.

إن تأثير الحرارة المنخفضة على الاوراق الحديثة التي لم تنفرد بعد من البرعم يكون باحداث تجعد، تكرمش وانحناء في أنصال الأوراق، هذا التأثير شائع في أشجار التفاح. إذا حدثت مثل هذه التشوهات في الاوراق بعد تمام إنبساطها في أشجار الخوخ فقد يحدث التباس مع أعراض مرض تجعد أوراق الخوخ المتسبب عن الفطر *Taphryina deformans*، ولكن اضرار الحرارة المنخفضة هنا تسمى تقرح التجمد (Frost Blistered) وتظهر أعراض هذا المرض على شكل بثرات او تقرحات أخيراً يحدث تشققات في الورقة تعرض الخلايا الكلورنشيمية للجو الخارجي وتصبح مجموعات الخلايا خيطية نتيجة لتمزق الأغشية السفلية للورقة. إن التفاح نوع جون هاتن هو اكثر الأنواع حساسية لتقرح التجمد. إن الاوراق التي تصاب بتقرح التجمد بنسبة بسيطة يمكن أن تستمر في النمو وتصل حجمها الطبيعي أما الأوراق المصابة بشدة فانها تبقى صغيرة الحجم وتجف وتسقط. إن هذا المرض ومايتبعه من سقوط للأوراق ليس بالمرض الخطير، لأن سقوط الأوراق يؤدي إلى ظهور أوراق أخرى جديدة تحل محل التي سقطت ولكن الانتاج يقل لأن قوة الشجرة تتجه إلى تكوين الأوراق وينخفض الانتاج.

يحدث في بعض المواسم أن تظهر في نهاية الربيع اضرار صقيع تظهر على الأوراق الحديثة لبعض الأشجار والشجيرات حيث تتشقق أنسجة نصل الورقة في المنطقة بين العروق وبالتالي يظهر نصل الورقة مقطعاً وممزقاً. هذا التمزق يمكن أن يكون منتظماً تماماً ويظهر

نصل الورقة مفرقاً يشبه اسنان المشط كما في كستناء الحصان او يكون التمزق غير منتظماً كما في نبات الليلك والقيقب (شكل ٤٦). او تظهر الاعراض على شكل نقط صغيرة كما في البرسيم الحجازي (شكل ٤٧).

اما في حالة أشجار اللوزيات مثل الكرز، البرقوق، الخوخ او المشمش فان أضرار الحرارة المنخفضة يمكن أن تأخذ شكل التثقيب الخردقي (ثقوب تشبه تأثير اطلاق بندقية الصيد على الورقة) في نصل الورقة، وإذا كانت الحرارة منخفضة اكثر يصيب المجموع الخضري لفحة عامة.

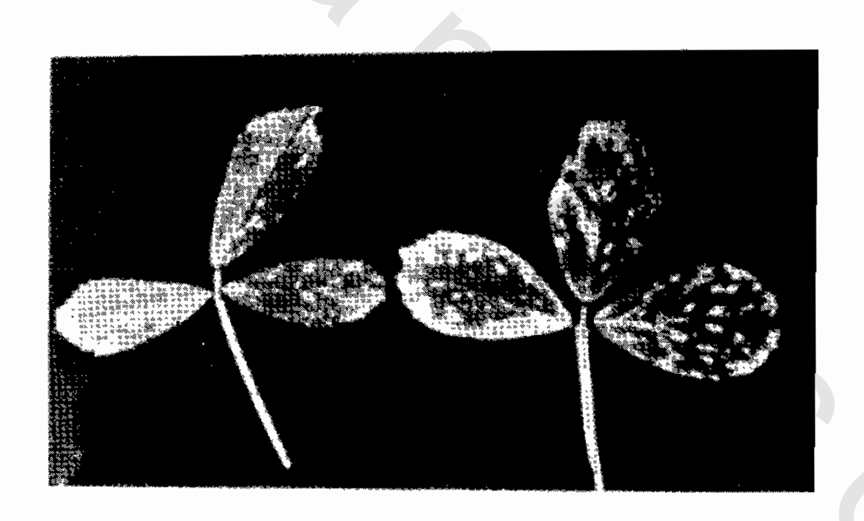
ومن الأهمية بمكان أن نذكر هنا أن الأوراق ليست كلها تتفاعل بنفس الدرجة مع اضرار الصقيع حتى في النبات الواحد وحتى في النباتات الحساسة للبرودة، فمثلاً وجد أن نباتين من الفاصوليا على جانبي خطين في نفس الموقع فان أوراق النبات الأول يمكن أن تموت واوراق النبات الثاني تتأثر إلى حد ما.

إن النموات الحديثة وكذلك الاوراق يحدث فيها موت قمم نتيجة الصقيع في الربيع ويمكن أن تموت الورقة كلها وكذلك الفرع الحديث كما يحدث في البرسيم الحجازي او في الأشجار الخشبية دائمة الخضرة مثل أشجار البيسيه الراتنجية او شجرة التنوب، وفي هذه الحالة يجب التمييز بين هذه الاعراض وبين أعراض الاصابة بالأمراض الفطرية او البكتيرية المشابهة لها.

تظهر أعراض الصيع على الشجيرات كثيراً في مشاتل الأشجار دائمة الخضرة.



شكل رقم ٤٦: أعراض أضرار الحرارة المنخفضة على أوراق النبات الاسكنيا (البشملة).



شكل رقم ٤٧: أعراض اضرار الحرارة المنخفضة على البرسيم الحجازي.

ب : أضرار الصقيع على الأزهار والثمار الصغيرة

Frost Injury To Blossoms and Young Fruits

إن البراعم الزهرية، الأزهار أو الثمار الصغيرة في أشجار الفاكهة او الأشجار المعمرة الأخرى والتي تتكشف مبكراً في الربيع، كثيراً ما تتعرض إلى حرارة حرجة والتي تسبب لفحة البراعم او الازهار وماينتج عنها من فشل في عقد الثمار أو تأخر عقدها. لذلك فان الصقيع يمكن أن يؤثر على الثمار التي قد اكتمل عقدها ويؤدي ذلك إما إلى سقوطها او تشوهها. إن الحرارة الحرجة والخطيرة على البراعم الزهرية والازهار المتفتحة والثمار التي عقدت في كل من التفاحيات واللوزيات تقترب من (– ٥ْ١ م). إن البراعم الزهرية التي لاتزال مغلقة ولكنها تبدي بعض التلون تكون اكثر حساسية من الازهار المتفتحة، في حين أن الثمار التي عقدت تكون ذات حساسية أقل لاضرار الصقيع. إن الدرجات القاتلة حسب النظريات المختلفة تختلف حسب الأنواع المختلفة وكذلك تختلف ضمن النوع الواحد من النبات.

١ – بالنسبة للبراعم المقفلة والتي بدأت في الاخضرار تتراوح درجة الحرارة القاتلة بين (صفر إلى – ٧ْ م).

٢ – بالنسبة للازهار المتفتحة تتراوح درجة الحرارة القاتلة مابين (صفر إلى – ٣ْ م).

٣ – بالنسبة للثمار العاقدة تتراوح درجة الحرارة القاتلة مابين (صفر إلى – ١ْ م).

في بعض المناطق فان تكرار اضرار الصقيع في الربيع يجعل إنتاج بعض المحاصيل غير مناسب وغير مؤكد. احياناً يحدث في بعض المناطق فقد كامل للمحصول، لذلك فانه في مثل هذه المناطق، يجب أن يكون هناك تنبوءات للارصاد الجوية ووسائل حماية. (الاوبئة النباتية وحمايتها – كتاب أمراض النبات لمؤلفه جورج أجريوس ترجمة المؤلف).

إن الاعضاء الاساسية التي تتأثر في الزهرة هي السداة (عضو التذكير) والمدقة (عضو التأنيث) فهما العضوان الاكثر حساسية للبرودة من أجزاء الزهرة الأخرى المساعدة. إن اضرار الصقيع البسيطة تؤدي إلى تلون واضح في عضو التأنيث والذي يصبح بني او أسود، بينما تكون الاجزاء المحيطة به ذات لون منحرف قليلاً عن اللون العادي. إذا إنخفضت درجة

الحرارة كثيراً فان هذا يؤدي إلى لفحة تامة وموت جميع أجزاء الزهرة. إن مرض العيون السوداء (Black eyes) الذي يظهر في ازهار الفراولة ما هو إلا نوعاً من أنواع اضرار الصقيع للازهار. تتحول الثمار الصغيرة وكرسي الزهرة إلى اللون البني او الأسود، بينما تبقى البتلات بدون تأثير. اما ثمار التفاح التي تكون قد عقدت في وقت إبتداء الصقيع يمكن أن لايظهر عليها اعراض خارجية، إذا عمل مقطع عرضي في الثمرة فان قلب الثمرة يمكن أن يظهر بلون بني او أسود تماماً بسبب قتل بداءات تكوين البذرة وبعض الأنسجة المجاورة. إن نسبة عالية من الثمار الصغيرة التي يظهر عليها مثل هذه الأعراض والتلون الداخلي لتجويف البذرة تفشل في التكشف اكثر ولاتلبث هذه الثمار أن تسقط، بينما الأخرى الأقل تضرراً يمكن أن تستمر في النمو بعض الشيء ثم تسقط أخيراً، اما الثمار الأخرى الاقل منها تضرراً يمكن أن تصل إلى طور النضج ولكن تكون أقل حجماً ومشوهة أو تكون بدون بذور. في بعض الحالات فان الحرارة الضارة جداً لايظهر تأثيرها حتى تصل الثمرة إلى $\frac{١}{٢}$ إنش او اكثر في القطر، عندئذٍ تعاني الأنسجة المحيطية في الثمرة اكثر من الأنسجة الداخلية او القريبة من تجويف البذور واحياناً يظهر على هذه الثمار موت وتحلل في لب الثمرة.

هناك بعض المحاصيل الحقلية مثل القمح او الراي يمكن أن تتضرر بالصقيع الذي يحدث في أواخر الربيع والذي يحدث في الوقت التي تبدأ فيه السنابل في الظهور من اكمامها او عندما تكون السنابل في طور الزهرة. لقد حدث الضرر الشديد في القمح الشتوي في بعض المناطق خلال الصقيع الذي حصل سنة ١٩١٩ في امريكا وفي الساحل الباسيفيكي الشمالي. حيث كان هناك عقماً تاماً في السنابل مع فقد تام في المحصول، بينما في بعض المناطق حدث عقم جزئي فقط. تكون الازهار العقيمة في أسفل السنبلة ونادراً ما تكون في منتصف السنبلة. يمكن أن تحدث اضرار الصقيع لساق القمح وتكون مترافقة مع اضرار الازهار او يحدث الضرر لكل واحد منهما بمفرده. وكنتيجة للتجمد فان الأنسجة المرستيمية في قاعدة بعض السلاميات يمكن أن تموت وينكسر الساق فيما بعد. إذا فحص هذا الساق الراقد او المكسور فان قواعد السلاميات المتضررة تكون مجعدة ومكرمشة واحياناً ملونة، بينما العقد والسلاميات العليا يمكن أن تتضرر بنفس هذه الطريقة، إلا أنه في العقد القريبة من سطح الأرض، فان الكائنات الممرضة التي تهاجمها تساعد في ظهور اضرار التجمد بشكل اكثر شدة.

جـ - التلون الخشن الصقيعي على ثمار الفواكه

Frost Russeting of Orchard Fruits

إن الثمار الصغيرة التي لم تقتل بفعل الصقيع يمكن أن يحدث لها تشوه. إن التلون الخشن Russeting او تكوين مناطق بنية خشنة على جلد الثمرة (التي تكون عادة ناعمة السطح) هو احدى الاعراض المميزة لتأثيرات إنخفاض الحرارة خلال الاطورار المبكرة من النمو. يجب أن يلاحظ أن التلون الخشن الكامل او الجزئي الذي على جلد ثمار بعض أنواع التفاح والكمثرى هو من الصفات الطبيعية لهذه الأنواع. يظهر التلون الخشن نتيجة لاضرار موضعية على الخلايا السطحية وتكوين فلين في الخلايا التحتية والتي تفجر السطح وتسبب تخشن وتلون السطح باللون البني. إن التلون الخشن المتسبب عن الصقيع يمكن أن يحدث على شكل حلقة او أشرطة تمتد كلياً حول وسط الثمرة. كذلك فان إعاقة النمو التي تحدث تحت الأشرطة الملونة الخشنة تسبب قليلاً من الانقباض في وسط الثمرة. مثل هذه الثمار المحزمة شائعة في التفاح والكمثرى. في حالات أخرى، ولكن أقل حدوثاً، تظهر حلقات ملونة خشنة ذات قطر $\frac{١}{٢}$ إنش او اكثر تظهر على وجنة (خد) ثمرة التفاح وإن هذه الأنسجة يمكن تمييزها بوضوح من الأنسجة السليمة حيث أنها تحتل المركز ولكنها تدريجياً تتضاءل حول محيط الثمرة. في حالات أخرى يظهر بطش كبيرة غير منتظمة من التلون الخشن على جلد الثمرة يمكن أن يصل إلى منطقة الكأس او طرف الساق في الثمرة. إن إنتشار التلون الخشن على سطح الثمرة هو الصفة المميزة لاضرار الصقيع على الثمار.

د - اضرار الصقيع على الحوليات الحساسة

Frost Injury of Sensitive Annuals

من الملاحظات الشائعة أن الحوليات الحساسة للصقيع كثيراً ماتعاني من اضرار شديدة من الصقيع الذي يحدث في الربيع مؤدياً إلى لفحات وموت أجزاء او النبات كله. تلك النباتات المتضررة تعطى نمواً ضعيفاً وتستمر حية طيلة الموسم وتعطى إنتاج ثمري ضعيف او تكون بدون إثمار، هذه الظاهرة شائعة في نباتات الفاصوليا والخيار. يمكن أن تظهر الاعراض على

شكل تشوه وعدم إنتظام شكل الورقة، شحوب أجزاء النبات وفي الاضرار الشديدة يظهر لمعان او لون برنزي على سطح الورقة.

هـ - إضرار الصقيع على البطاطس Frost Injury of Potatoes

إن درنات البطاطس التي تكون قد تعرضت لحرارة منخفضة ولكن أعلى من درجة التجمد، يمكن أن يظهر عليها تلونات داخلية او مناطق ميتة ومتحللة والتي تكون واضحة عند عمل مقاطع في الدرنة. لقد أمكن تمييز ثلاثة أنواع من التلون نتيجة إنخفاض درجة الحرارة.

١ - نوع البطش: (البقع الكبيرة) تظهر على شكل بقع بيضاوية او غير منتظمة يتراوح لونها من لون الصبغة المعدنية الحقيقية إلى الرمادي القاتم او البني الغامق او يكون أسود هبابي وتكون متواجدة غالباً تحت القشرة او في الحلقة الوعائية واحياناً في النخاع.

٢ - النوع الحلقى: يتميز بوجود بقع في او قريباً من الحلقة الوعائية عاملة حلقة متصلة او مكسورة، ضيقة واضحة او عريضة غير واضحة وتعطي نفس ظلال اللون كما في النوع الأول.

٣ - النوع الشبكى: يظهر هذا النوع من الاضرار على شكل تلون بني او مسود في التشعبات الدقيقة في العناصر الوعائية، وهى مرتبة بطريقة تعطي مظهر الشبكة المكسورة إما في خارج او داخل الحلقة الوعائية.

في حالات التحلل الشديدة يحدث إنكماش ويحدث تشقق في الدرنة وهذا يؤدي إلى دخول فطريات العفن وبالتالي تتضاعف الاضرار في الدرنة وتصبح الشقوق ذات لون أسود.

II اضرار الشتاء Winter Injury

أ - اضرار الشتاء على المحاصيل اثناء أو بعد الجمع:

إن الحرارة المنخفضة التي تحدث في نهاية موسم النمو او خلال فترة الكمون، تسبب اضراراً لمحاصيل الجذور او الفواكة. إن التاثيرات والأضرار الأولية التي تحدث لهذه النباتات عند تعرضها لدرجات الحرارة المنخفضة هي:

١ - تزداد حلاوة هذا المحاصيل (يزيد تركيز السكر فيها) كما يحدث في محاصيل البطاطس، إن هذا التغير يحدث بسبب إنقلاب النشا إلى سكر وذلك إذا كانت درجة الحرارة منخفضة ولكن ليست شديدة الإنخفاض. إن نتيجة زيادة حلاوة الاجزاء النباتية في الكرنب يعطيها طعماً مرغوباً. اما في البطاطس فانه يعطيها طعماً غير مرغوباً ولاتصلح لتصنيع الشبس.

٢ - تموت بعض الأنسجة موضعياً او يحدث موت وتحلل داخلي كما في حالة التفاح، الكرنب، البطاطس، وإن البقع السوداء الداخلية تسمى تحلل الصقيع او ظاهرة الاكسدة بالصقيع.

٣ - التجمد والتصلب. يحدث ذلك بأن تتجمد الاجزاء النباتية لمدة طويلة واذا عادت الحرارة إلى الاوضاع الطبيعية تصبح هذه الاجزاء التي تجمدت غير صالحة للتسويق لانها تتمزق او تتقطع.

ب - اضرار الشتاء على النموات الحديثة

يظهر هناك نوعان من النموات الحديثة في النباتات الخشبية. النوع الأول نمو سنوي محدد والذي فيه يستمر الفرع في الاستطالة والذي يتكشف عليه البراعم الجانبية وفي نهاية الموسم يتكون البرعم الطرفي. اما النوع الثاني فهو نمو سنوي غير محدود والذي فيه لايكمن الفرع ولايستعد ولايأخذ احتياطة للشتاء ولكنه يستمر في الاستطالة حتى يوقفه البرد. إن السلاميات الغضة الطرفية الحديثة للنمو الثاني تقتل بواسطة التجمد المبكر، وبالتالي فان النموات الحديثة الناتجة من البراعم الطرفية تكون في الاجزاء السفلي من الفرع، هذا يمكن توضيحه بسلوك بعض النباتات مثل الورد، السماق، البيلسان، والعليق. وبالتالي فان موت القمم هو ظاهرة طبيعية في النباتات الخشبية ذات النمو السنوي غير المحدد. في كثير من النباتات الخشبية ذات النمو المحدد يحدث فيها أيضاً موت قمم، لفحة الأفرع. نظراً لأن الفروع لاتكون في نفس المستوى من اكتمال النمو فبالتالي إذا تضرر بعضها فان البعض الأخر قد يكون متحملاً لإنخفاض الحرارة وتستمر الشجرة في النمو.

يحدث في أشجار التفاح كثيراً من موت القمم ولفحة الأفرع في اي فصل ولكنها تكون قليلة بحيث لاتؤثر على حيوية الشجرة. هناك بعض الأشجار والتي يظهر عليها تصمغات عندما تموت الأنسجة مثل الكرز ومعظم اللوزيات حيث يزداد عليها التصمغ نتيجة اضرار إنخفاض الحرارة. إن الفروع التي يحدث فيها موت القمم تكون سهلة الغزو من قبل الفطريات المختلفة. إن ظاهرة موت القمم ليست مقتصرة على الأشجار متساقطة الاوراق وإنما تظهر في أشجار الغابات والأشجار دائمة الخضرة.

جـ - اضرار الشتاء على البراعم:

يمكن أن تحدث اضرار الشتاء على البراعم وخاصة البراعم الزهرية مستقلة عن موت القمم او مرافقة له. وبشكل عام فان الاعضاء الأنثوية في الزهرة هي اكثر أجزاء الزهرة حساسية ويمكن أن تقتل او تتضرر بشكل كبير في حين أن الأجزاء الأخرى يمكن أن لاتتضرر او يكون ضررها بسيطاً. إن ظاهرة موت البراعم في الخوخ واللوزيات الأخرى هي شائعة تماماً ويتكون الضرر بظهور أنسجة داخلية بنية اللون ثم تموت البراعم و تجف وتسقط في اول الربيع. إن اضرار الشتاء على براعم التفاح والكمثرى ليست شائعة كما هو الحال في اللوزيات، ولكنها تعاني أيضاً من هذه الاضرار.

إن اضرار الشتاء على التفاح والكمثرى تختلف من قتل كامل لجميع أنسجة البراعم الزهرية إلى اضرار بسيطة تؤدي إلى استمرار نمو الازهار ولكن تكون مشوهة الاجزاء. قد تكون الازهار كاملة ومتضاعفة كما في الورد ولكن بدون أعضاء تذكير او تأنيث، في حين تكون ازهار أخرى بدون أعضاء تأنيث، أما الاسدية فتكون على شكل شريط شبيه بالبتلات او قد تغيب الاجزاء الأنثوية واجزاء الزهرة الأخرى كاملة. هذه الازهار المشوهة تنتج ثماراً غير طبيعية حيث تكون الثمرة صغيرة وشكلها مشوه وبدون بذور وبدون الوان مميزة. إن الظاهرة المسماة (طماطم) Tomato في التفاح والتي تكون فيها ثمرة التفاح تشبه ثمرة الطماطم هي المثل الواضح لاضرار الشتاء.

يمكن أن يحدث موت البراعم الثمرية عندما تكون في حالة الكمون الطبيعي، وإن ظاهرة الكمون الطبيعي من الصعب تحديدها وبالتالي من الصعب تحديد درجة الحرارة التي سوف

تسبب قتل البراعم في أي نوع نباتي. يمكن القول بأن الاضرار التي تحدث للبراعم وتسبب تلونها داخلياً وخارجياً وموتها ويؤدي ذلك إلى قلة الاثمار في معظم الأشجار وخاصة الحساسة منها ويمكن تلخيص أسبابها في:

١ - إنخفاض درجة الحرارة تحت نقطة التجمد في اوائل الشتاء بينما لاتزال البراعم غير تامة النضج او لم يحدث لها تقسية بعد.

٢ - التجمد الذي يحدث في اوائل الربيع حيث البراعم بدأت تستعيد نشاطها وتنمو في الجو الدافيء.

د - اضرار الشتاء على الجذور:

تحت بعض الظروف البيئية فان بعض الاشجار يمكن أن تعاني من قتل جذورها بواسطة برودة الشتاء. لقد تبين في بعض الابحاث أن الجذور اكثر حساسية من أجزاء النبات الأخرى التي فوق سطح التربة. وأن الجذيرات الصغيرة الماصة اكثر حساسية من الجذور الكبيرة القريبة من منطقة التاج. يمكن أن يحدث موت عام للجذر او يحدث موت قمم في الجذور الحديثة الماصة وبالتالي يضعف الجهاز الجذري وتقل مقدرته على الامتصاص من التربة وهذا يؤدي إلى ضعف نمو الاشجار. إذا حدث وأن ماتت كميات كبيرة من قمم الجذور الصغيرة او الكبيرة فان هذا يؤدي إلى ذبول وموت الاغصان الكبيرة في الشجرة، وفي حالات الاصابة الشديدة قد تموت الشجرة باكملها في نهاية الموسم او بعد أن تعقد الثمار. وبالرغم من أن الجذيرات الصغيرة اكثر حساسية للبرودة من الجذور الكبيرة التي بالقرب من منطقة التاج، إلا أن الاضرار التي تحدث للجذور الكبيرة تكون على نطاق اوسع وأشد وذلك لانها قريبة من سطح التربة وتعاني من إنخفاض درجة الحرارة اكثر من تلك الجذيرات المتعمقة في باطن التربة وبعيدة عن التأثر بانخفاض الحرارة.

من المعروف أن الأرض الجرداء تتجمد إلى مسافات أعمق من الأرض المغطاة بالثلج او بأي غطاء آخر. إن اضرار الجذر يمكن أن تحدث في الأشتيه عديمة الثلج والباردة جداً وكذلك في الأراضي الخفيفة الرملية فقيرة حفظ الماء.

هـ - تقرحات الشتاء:

تظهر بقعاً ميتة من القلف او من اللحاء على ساق الشجرة تكون نتيجة إنخفاض درجة حرارة الشتاء، يمكن أن تختلف هذه التقرحات في حجمها من دوائر صغيرة غير منتظمة على الاغصان او الجذع إلى بطش كبيرة ميتة ممكن أن تحتل مساحة واسعة من الجذع او الاغصان الكبيرة او يمكن أن تطوق الساق كلية. تظهر المناطق المصابة في البداية بأنها ذات لون مختلف قليلاً عن اللون الطبيعي وهذا يكون متبوعاً بتشقق وإنخفاض كلما جفت الأنسجة الميتة. يمكن أن تكون تقرحات الشتاء سطحية شاملة فقط الجزء الخارجي من القلف، احياناً تكون هذه التقرحات أعمق شاملة القلف الداخلي بالاضافة إلى الكامبيوم. تكون الاضرار الناتجة من هذه التقرحات السطحية بسيطة إلا أنها تُكَوِن مدخلاً جيداً لبعض الفطريات المرضة، أما التقرحات العميقة فتكون خطيرة على الساق وفي النهاية تؤدي إلى تكوين جروح مفتوحة والتي تعرض الخشب للهواء والشمس وتسمح بدخول الفطريات المحللة للخشب.

و - تشقق الشتاء:

إن إنفلاق الجذع او الأغصان الكبيرة الناتج عن اضرار إنخفاض درجة الحرارة في الشتاء والذي يحدث في أشجار الظل واشجار الفاكهة ظاهرة شائعة، لكنها قليلة الحدوث في أشجار الفاكهة. هناك نوعان من اضرار الشتاء تتعلق بتشقق الصقيع هما:

١ - تشققات طولية والتي تمتد شعاعياً من القلف إلى الخشب الطري ثم إلى مركز الساق.

٢ - التشقق الكأسي او الشبيه بالثلم، يكون على طول الحلقة السنوية شاملاًجزءاً صغيراً من المركز ممتداً إلى المحيط.

يعزى النوع الأول إلى سرعة إنقباض القلف والخشب الخارجي كنتيجة للإنخفاض المفاجيء في درجات الحرارة في حين أن الخشب الداخلي الدافيء لاينقبض. اما النوع الثاني فيعود إلى الارتفاع المفاجيء في درجة حرارة الطبقات الخارجية من الخشب والقلف بينما الأنسجة الداخلية لاتزال في درجة الصقيع. كلا المظهرين من التشقق يسببان دخول الفطريات المرضة وتعرض الخشب الداخلي للظروف الجوية.

ز - ظاهرة الورقة الصغيرة The Little - Leaf Condition

تحت بعض الظروف فان أشجار الفاكهة خاصة التفاح يظهر عليها بعض الاضطرابات والتي لها احياناً تأثيراً يسمى مرض الورقة الصغيرة. إن هذا المرض عبارة عن نوع من اضرار الشتاء والتي تكون سائدة بشكل خاص في بساتين الفاكهة ذات الأراضي الخفيفة ذات قدرة حفظ الماء الضعيفة. في هذه الاضطرابات تبدأ الشجرة في تكوين الأوراق في الوقت الطبيعي او يتأخر مدة بسيطة عن الموعد الطبيعي، ولكن على أفرع مفردة او مجموعة من الأفرع او الشجرة كلها فان تجمعات الاوراق تتوقف عن النمو قبل أن تصل حجمها الطبيعي ثم بعد ذلك تموت. في حالات الاصابة الشديدة في البراعم الورقية تنفجر وتتعرض مجموعة الأوراق الصغيرة للطقس مما يؤدي إلى ذبولها وجفافها وبدون أي تقدم في النمو. يمكن أن يتأخر الذبول والموت حتى تصل الأوراق إلى منتصف حجمها الطبيعي او حتي نهاية موسم النمو. في حالات أخرى فان أوراق الشجرة تتكون ثانية بمجموع خضري منخفض جداً وقليل التلون. يتقدم الموت في الاغصان كلما تقدم موسم النمو، هذه الظاهرة غالباً ماتقود إلى الاعتقاد بان بساتين الفاكهة تعاني من الاصابات الطفيلية.

يظهر هذا النوع من اضرار الشتاء عندما لايكون هناك أية أعراض مرضية مرئية (مثل البقع او التقرح) سواء على الجذور او الجذع او منطقة التاج في الشجرة. تظهر أعراض مرض الورقة الصغيرة نتيجة الاضرار التي تقع على الجذور او من ضعف الجذور والمجموع الخضري معاً. احياناً يمكن أن يتأخر موت أجزاء من النبات حتى نهاية الموسم، وهذا شائع الحدوث في حالة الاضرار غير الشديدة. لقد لوحظ على بعض أنواع الكرز أن موت الأوراق يحدث قبل نضج الثمار حيث ينبل المجموع الخضري ويجف وتتكرمش الثمار. تكون الثمار الناتجة من مثل هذه الأشجار ذات نوعية سيئة وقدرة تخزين ضعيفة ولا تتحمل الشحن والتسويق.

ح - القلب الأسود او التحلل الداخلي نتيجة برد الشتاء:

إن النخاع والخشب الصميمي او الخشب الطري يمكن ان يظهر عليه إسوداد واضح يظهر بعد ظروف شتاء قاسية. يمكن أن يحدث مثل هذا التغير بدون قتل الكامبيوم والذي

يستمر في نشاطه وينتج خشب طري سليم جديد. يمكن أن يحدث القلب الأسود إما في الأشجار الحديثة او المتقدمة في السن. هذه الظاهرة شائعة الحدوث في أشجار التفاح. إن الأشجار التي يظهر عليها القلب الأسود يمكن أن تستمر عدة سنوات بقليل او بدون أعراض ظاهرية ناتجة عن التحلل الداخلي. تكون الأشجار ذات التحلل الداخلي شديدة القابلية للاصابة بفطريات تحلل الخشب. ليست جميع حالات القلب الأسود راجعة لاضرار الشتاء نظراً لأنها يمكن أن تظهر كمميزة لظاهرة الورقة الفضية عندما تصاب الأشجار السليمة بالفطر *Stereum purpureum*. إن الاعراض في كلتا الحالتين متشابهة (الاصابة الفطرية واضرار الشتاء). إن اللون الفضي الذي يظهر على المجموع الخضري يظهر أيضاً في كلتا الحالتين وهذا يلاحظ في التفاح. كذلك هناك حالات من اضرار الشتاء التي يليها اعراض الورقة الفضية موجودة في بساتين البرقوق.

العوامل التي تؤثر على اضرار الشتاء

إن درجة ونوع اضرار الشتاء تتأثر بواسطة الظروف النباتية بالاضافة إلى تداخل الظروف البيئية غير الملائمة. إن الحرارة المنخفضة ليست هي الوحيدة المسئولة عن اضرار الشتاء حتى لو كانت في الدرجات الدنيا. هناك عوامل لابد من توفرها بالاضافة للحرارة المنخفضة حتى يظهر الضرر، هذه العوامل مثل نوع النسيج النباتي ونشاطه او كمونه، إنخفاض الحرارة تدريجي او فجاة، مدة بقاء الحرارة منخفضة، وقت إنخفاض الحرارة ومرحلة نمو النبات. وجد أن الحرارة المنخفضة في اوائل الشتاء تسبب اضراراً كبيرة بسبب أن الأنسجة لم يحصل لها تقسية بعد مرور فترة قصيرة من البرد عليها، كذلك فان إنخفاض الحرارة الذي يتلو ارتفاع في الحرارة ونشاط نمو الأنسجة النباتية يسبب اضراراً كبيرة جداً للنباتات.

إن وجود الثلج الذي يغطي سطح التربة او عدم وجوده عند إنخفاض درجة الحرارة يكون هناك له تأثير على شدة الاضرار كما ذكر سابقاً. يمكن تلخيص العوامل التي تؤثر على أضرار الشتاء فى الآتي :

١ - نوع النبات وكذلك الصنف النباتي ضمن النوع.

٢ – عمر وحالة النباتات المعمرة.

٣ – درجة الكمون التي يمر فيها النبات او الجزء النباتي.

٤ – مدى تقسية النبات او الاجزاء النباتية ضد إنخفاض درجة الحرارة.

ومن أهم العوامل التي تؤثر على تقسية النبات هي:

١ – درجة التقليم ووقت التقليم.

٢ – كمية المحصول الناتجة في الموسم السابق.

٣ – كمية الحرارة والضوء خلال موسم النمو أثناء أواخر الخريف.

٤ – الصفات الفيزيائية للتربة وطبقة تحت التربة.

٥ – خصوبة التربة الطبيعية أو إجراءات التسميد.

٦ – رطوبة التربة ودرجة الصرف.

٧ – وقت الري وكمية الماء المستعمل.

III : اضرار التجمد Freezing Injury

كما ذكر سابقاً فان المقصود بأضرار التجمد هي الاضرار التي تسببها درجات الحرارة التي هي تحت نقطة التجمد للثمار او الأجزاء النباتية الاقتصادية سواء في الحقل أو المخزن.

يجب أن يعرف الدارس هنا أن هذا التقسيم (صقيع، شتاء، وتجمد) هو تقسيم إعتباري لدراسة الاضرار فقط وليس له علاقة بالتقسيم المناخي او الارصاد الجوية.

وفيما يلي دراسة لبعض اضرار التجمد.

أ – اضرار التجمد على البطاطس:

عندما توضع درنة البطاطس على او تحت نقطة التجمد لأنسجة البطاطس فان ظاهرة مايسمى Freezing Solid (التجمد الصلب) تحدث إما للدرنة بالكامل او لاحد جوانبها او لمنطقة قمة الدرنة. عندما تموت الأنسجة المتجمدة ثم يحدث ذوبان للجليد يحدث تفكك لأنسجة

الدرنة وتصبح الأنسجة طرية وينفجر الجلد ويتشقق ويخرج منه افرازات مائية. تصبح الخلايا تحت الجلد مفككة نتيجة لذوبان الطبقة المتوسطة التي تمسك الخلايا، إذا عمل مقطع في سطح الدرنة يلاحظ حدوث تلون بني. إذا حدث تجمد جزئي في الدرنة يظهر خط لونه داكن يفصل بين المنطقة المتجمدة والمنطقة العادية. في كثير من الحالات تهاجم الفطريات او البكتيريا الدرنات وتبقى الدرنة المتجمدة جزئياً اكثر ضرراً. يمكن أن تجف الأنسجة المتجمدة وتتجعد وتتحلل.

هناك حالة من الضرر تظهر على البطاطس إذا خزنت لعدة أسابيع على درجة حرارة تقارب كثيراً من نقطة تجمد أنسجة الدرنة، هذا الضرر هو زيادة الحلاوة في طعم الدرنة، هذه الظاهرة تسمى التحول السكري (Turning Sweet). هناك بعض المراجع تعزو سبب هذه الظاهرة إلى عملية التبريد Chilling وليس التجمد. وسواء كانت هذه الظاهرة ناتجة عن التجمد او عن التبريد فان الحلاوة ترجع إلى الوضع الطبيعي إذا ارتفعت الحرارة ثانية.

إن نقطة تجمد درنات البطاطس تحت نقطة تجمد الماء نظراً لأن العصارة الخلوية عبارة عن محلول من الاملاح والسكريات ومواد ذائبة أخرى. لقد وجد أن درجة تجمد العصارة تقترب من ٣٢ْ ف في حين أن تجمد أنسجة الدرنة تكون على درجة ٣٠.٨ْ ف. إن درجة الحرارة التي تتجمد عليها درنات البطاطس تختلف حسب نوع البطاطس وحسب الظروف البيئية التي نمت تحتها درنات البطاطس. وجد أن درنات البطاطس تتجمد في المخزن على درجة (٢٨ – ٢٦ْ ف) في حين أن درنات البطاطس المأخوذة من النباتات في منتصف الموسم تجمد على درجة حرارة اعلى من الدرجة المذكورة سابقاً.

اما حالة التحول السكري فانها يمكن أن تحدث على درجة ٣٥ْ ف ولكن التحول هذا يحدث أسرع عند نقطة تجمد الماء او أقل قليلاً. إن التحول السكري يكون بالتحول التدريجي للنشا إلى سكر ويتراكم في عصارة الخلية. إن هذا التحول يؤدي إلى زيادة تركيز العصارة وبالتالي يخفض درجة حرارة التجمد. عندما تتعرض درنات البطاطس التي تجمع فيها السكر إلى درجات حرارة عالية ١٠ْ م او اكثر فان هذه الحرارة تنشط التنفس ويستهلك السكر. إن

الإنخفاض المفاجيء في درجات الحرارة لايحول الدرنة إلى الحالة السكرية ولكن تعرض الدرنات إلى الحرارة غير المناسبة يؤدي إلى التحول السكري ببطء.

نظراً لأن التجمد يحدث نتيجة إنخفاض الحرارة قبل جمع الدرنات او أثناء التخزين او النقل أو التسويق عندئذ يمكن إتباع الخطوات الآتية لتقليل اضرار التجمد.

١ – يجب جمع المحصول قبل إبتداء فترة الصقيع.

٢ – المحافظة على درجة حرارة المخزن قدر الامكان (٣٥ – ٤٠° ف) هذه الدرجة تمنع إلى حد ما البطاطس من أن تتحول إلى الحالة السكرية ويمنع التحلل الداخلي.

٣ – المحافظة على تهوية البطاطس أثناء نقلها في الجو البارد والتوقف عن شحن البطاطس أثناء حرارة التجمد.

٤ – وضع البطاطس لمدة ٢١ يوم على حرارة (٤٠ – ٥٠° ف) ثم مدة ٧ أيام على (٦٠ – ٧٠° ف) ثم بعد ذلك تخزن على درجة ٣٢° ف. إذا كانت البطاطس قد تجمدت كثيراً فان هذا لايعني أنها أصبحت غير ذات فائدة وإنما يمكن استعمالها للحصول على النشا لأن حبيبات النشا لاتتأثر بالتجمد.

٢ – اضرار التجمد على الثمار : Freezing Injury To Fruits

يمكن أن تحدث اضرار التجمد على الثمار الناضجة قبل جمعها من الحقل إلى وسائل الشحن أو أثناء شحنها إلى السوق أو أثناء تخزينها.

ليس بالضرورة أن تحدث اضرار التجمد عندما تتعرض الفواكة او الخضراوات إلى درجات حرارة تحت او بالقرب من نقطة التجمد الحقيقية، لأنه في بعض الحالات فان كثيراً من المنتجات النباتية يمكن أن يجرى لها عملية تحت التبريد Under Cooled، هذا يعني أن المنتجات النباتية تبرد إلى نقطة أقل من درجة التجمد الحقيقية لكل نوع من الثمار ثم بعد ذلك تعرض هذه المنتجات لدرجات حرارة دافئة دون أن يحدث لها تجمد أو اضراراً ظاهرة. هناك بعض المنتجات تحت بعض الظروف يمكن أن تتجمد حقيقة بعد ذلك تذوب حبيبات الجليد

دون ظهور اضرار خارجية، ومن ناحية أخرى فان بعض المنتجات تتضرر إذا خزنت على درجة حرارة فوق نقطة تجمدها الحقيقية بقليل.

أ - اضرار التجمد على ثمار التفاح والكمثرى:

تظهر أضرار التجمد على ثمار التفاح إذا تعرضت لدرجة حرارة (٢٦.٨ - ٣٠.٢° ف)، إن هذه الدرجة تلائم تجمد عشرة أصناف من التفاح على الأقل ولكن متوسط درجة الحرارة لتجمد معظم أنواع التفاح هي ٢٨.٥° ف. إن اضرار التجمد لثمار التفاح يمكن أن تكون مرئية او غير مرئية، إن بعض هذه الاضرار هي:

١ - تغير في تركيب ونكهة وقوام الثمرة.

٢ - زيادة تأثير الاضرار الميكانيكية التي تحدث للثمرة.

٣ - تسهيل اصابة الثمار بفطريات الاعفان.

٤ - يحدث تحطم فسيولوجي غير كامل للثمرة نظراً لاضطراب عملية التنفس.

٥ - ظهور تلونات داخلية وخارجية. في الاضرار المتوسطة فان الأوعية الناقلة هي التي يحدث فيها تحلل او تلون في الجلد.

٦ - اما على ثمار الكمثرى فانه بالاضافة إلى الاضرار السابقة فان هناك عرضاً يبدو على الثمرة حيث تأخذ الثمرة المظهر الزجاجي (المطبل) ممتلىء بالماء. إن هذا المظهر المطبل قد يظهر في الجزء الخارجي من الثمرة او أحياناً يكون بالقرب من قلب الثمرة ويكون الجزء الداخلي من الثمرة جاف ومر المذاق. يكون هذا العرض نتيجة المدة الطويلة التي بقيت عليها الثمار متجمدة حوالي (٤ - ٦) أسابيع على حرارة تتراوح (٢٣ - ٢٧° ف).

ب - اضرار التجمد على ثمار الطماطم:

إن متوسط درجة الحرارة التي يتجمد عليها ١٩ صنف تجاري من الطماطم هي ٣٠.٥° ف. إن أولى العلامات المرئية لاضرار التجمد هي موت أنسجة الثمرة وظهور مناطق او بقع كبيرة مائية. إن الثمار لاتتجمد بسهولة كما هو الحال في المجموع الخضري والاجزاء

الملاصقة لسطح التربة. إن الأجزاء الملامسة للتربة تتجمد اولاً ويظهر عليها اضرار التجمد في حين أن الثمار الموجودة على اماكن متفرقة ومرتفعة من النبات وتحت نفس درجة الحرارة لاتتجمد. إن قطف ثمار الطماطم ووضعها لمدة ٤ أيام على حرارة ٣٢ْ ف لايظهر عليها تجمد وتسير عمليات النضج طبيعياً عندما تعود هذه الثمار إلى درجة حرارة الغرفة العادية، لكن إذا استمرت الثمار على ٣٢ْ ف لمدة ٨ أيام فانها تتحلل وتتحطم.

اما في حالة حدوث الصقيع لعدة أيام فيظهر بطشاً صفراء على الثمار. إذا قطفت الثمار التي تعرضت للصقيع ولم يظهر عليها اعراضاً ظاهرية فانها تتحلل وتتحطم بسرعة اكثر من الثمار العادية. إن تبريد ثمار الطماطم الخضراء على حرارة ٢٥ْ ف لمدة ١٨ – ٢١ ساعة او ٥– ٨ أيام على حرارة ٣٢ْ ف أو ١١ – ١٥ يوم على ٤٠ْ ف فان هذا لايمنع النضج العادي إذا ما أعيدت الثمار إلى درجات حرارة عالية ولكن يتأخر النضج عن الحالة العادية.

جـ - اضرار التجمد على ثمار العنب:

إن متوسط درجة الحرارة التي تتجمد عليها ثمار العنب تتراوح مابين (٢٣,٦ – ٢٨,٧) درجة فهرنهايتية وإن متوسط درجة حرارة تحت التبريد ٢,٥ْ ف. أما اضرار التجمد على العنب فيمكن تلخيصها:

١ – يتغير اللون، الاعناب السوداء تصبح داكنة اكثر أما الخضراء فتصبح اكثر شفافية ومائية باتجاه نهاية الساق وفي حالات التجمد الشديدة يظهر لون بني واضح وسطح خشن على الثمار.

٢ – يحدث لزوجة لجلد الثمرة نظراً للافرازات السكرية ثم يحدث ذبول بسيط وتتجعد الثمرة، وهذا يعتمد على شدة التجمد.

٣ – يتغير تركيب ونكهة الثمرة. يقل كل من إنتفاخ وتموج الثمرة وتصبح حبات العنب مائية وذات طعم سيء.

٤ – تزداد قابلية الثمرة للاصبة بالفطريات مثل *Botrytis* والتحلل.


obeikandl.com

الفصل الثانى

الرياح، الثلج، الجليد، البَرَدْ

Wind, Snow, Ice and Hail

أولاً : الرياح Winds

إن تأثير الرياح على نمو الاشجار معقد جداً. إن الرياح قوة غريبة، لذلك فإن حركة وسرعة واتجاه الرياح تتأثر بالتركيب الطبوغرافى والغطاء النباتى وكمية المياه والمنطقة التى تهب منها الرياح.

أما عن الأضرار التى تحدثها الرياح وميكانيكية أحداثها يمكن دراستها فى النقاط الآتية:

١ - قلع الأشجار بالرياح Windthrow:

عندما تكون الرياح عالية السرعة فإن ظاهرة قلع الأشجار تكون أكثر حدوثاً من كسر السقان أو أحداث أية أضرار أخرى. نظراً لأن الأشجار غير متناسقة التركيب ومثبتة بطريقة غير منتظمة فى أراضى مختلفة الصفات، لذلك من الصعوبة بمكان التعميم في وصف كيف تقلع الرياح الاشجار. إن أقتلاع الأشجار لا يكون بسبب ضغط الرياح فقط ولكن باهتزازها ذهاباً وجيئة (حركة بندولية) وهذا يجعل حركة الشجرة فى جميع الاتجاهات وبالتالى تتقطع جذورها من الأرض وتحملها الرياح. وجد أن تقليم الاشجار وتصغير حجمها يجعلها عرضة لأن تحملها الرياح. بشكل عام فإن الاشجار العالية أكثر قابلية لأن تقتلعها الرياح، وفى هذه الحالة فإن عمق الجذور وخاصة الوتدية يمكن أن يجعل الشجرة أكثر مقاومة للرياح.

٢ - كسر الأشجار بالرياح Wind Break:

إن هذا الضرر أقل شيوعاً من الضرر الأول. كما هو معروف فان كسر الشجرة يكون لشدة ضغط الرياح على الساق من جهة واحدة، ولو كانت الرياح متعاكسة أو من جميع

الاتجاهات فلا ينكسر ساق الشجرة. إن الاشجار التى لاتتكسر بالرياح يمكن أن يتكشف عليها تضخمات فى منطقة هبوب الرياح عليها. كذلك فان الاغصان الكبيرة معرضة أيضاً لأن تنكسر بالرياح. يعتبر مكان كسر الساق أو الأغصان مكان مفضل لاختراق الشجرة من قبل الطفيليات.

٣ - إنحناء الأشجار بالرياح Wind bend:

إن تحول الشجرة من الوضع القائم إلى الوضع المنحنى يتسبب عن تساقط الثلج أو الجليد وأيضاً بواسطة الرياح. يكون إنحناء الأشجار أكثر حدوثاً فى حالة الأشجار ذات الساق الاسطوانى المرن وهو أكثر ضرراً على الأشجار الناتجة من زراعات تكون مطعومة أو مركبة على أصول فى منطقة مرتفعة عن سطح التربة. مع أن الشجرة المنحنية تتكشف فى نموها جيداً ولكن فى حالة الفراس الصغيرة فان تسويقها يكون صعباً لعدم إقبال المزراعين على شراء الاشجار المعوجة. يحدث تغيرات فسيولوجية فى تركيب الخشب فى منطقة الانحناء حيث يكون خشب الجهة الداخلية يختلف عن خشب الجهة الخارجية.

٤ - تفلق الشجرة بالرياح Wind shake:

يظهر التفلق على شكل تشققات صغيرة تتكشف فى الخشب الصميمى فى الشجرة. هذه الشقوق الداخلية قد تكون شعاعية. فى الحالة التى فيها ينشأ الفلق من النخاع يعرف باسم التفلق النجمى أو الصدع. أو أن هذا التفلق يتبع خط الحلقة السنوية ويسمى الفلق الحلقى أو الكأسى. إن هذا الموضوع يحتاج إلى دراسة أكثر لأن هذه الشقوق قد تتسبب عن الجفاف أو الصقيع، أما الرياح فلها دور قد يكون غير واضح.

٥ - اهتزاز الاشجار بالرياح Windrock:

يمكن أن تسبب الرياح أضراراً للاشجار الصغيرة خاصة ذات القمم الثقيلة ويحدث أنتشار الجذور عن طريق اهتزازها(rocking). فى مثل هذه الحالة فان القلف يقشر فى منطقة رقبة الجذر (التاج) عن طريق الكشط الناتج عن الاحتكاك المتواصل مع الطبقة الحجرية أو التربة الصلبة. هذه المنطقة المقشوطة يمكن أن تكون مدخلاً لفطريات عفن الجذور مثل *Armillaria mellea*

٦ - تقزم او تشوه الأشجار بالرياح Dwarfing and Deformation

إن الاشجار المعرضة للجفاف نتيجة هبوب الرياح المستمر عليها، كثيراً ما تكون فيها الخلايا والأنسجة غير قادرة على أن تنمو بشكل طبيعى وبالتالى تتخذ حالة التقزم. إن هذا هو التأثير الشائع بشكل خاص فى سواحل المحيطات والبحار فى منطقة الحزام النباتى. يتمثل التقزم عادة في نمو غير متناسق يظهر عندما تتكشف الأغصان فقط فى إتجاه الريح. هذا يمكن أن ينتج كلية من الضغط الفيزيائى، يعنى أن الأغصان المتكشفة على مواجهة الريح تكون مدفوعة الى الجانب الاخر لتنمو بعيداً عن هبوب الرياح أو أن الأغصان تنمو بعيداً عن البراعم التى جفت لانها فى مواجهة الرياح.

تخفيف او تجنب اضرار الرياح:

مما سبق ذكره نجد أن للرياح تأثير كبير على الأشجار المزروعة سواء كانت غراس في المشتل أو أشجار غابات أو أشجار فاكهة مثمرة. لذا يجب على المزارعين أن يقوموا بما في وسعهم لتجنب اضرار الرياح، ويكون ذلك باتباع التوجيهات الآتية:

١ - بالنسبة لمشاتل الغراس سواء كانت غراس أشجار مثمرة أو أشجار غابات، يجب أن تكون هذه المشاتل في مناطق منخفضة وبعيدة عن المرتفعات أو قمم الجبال وأن تكون محاطة بمصدات رياح عالية، وإذا لم يمكن توفر أماكن بها مصدات رياح فيجب إحاطة المشتل بقوائم حديدية يوصل بينها الواح خشب لكي تقلل من شدة الرياح.

ومن الأهمية أيضاً أن لانترك الغراس في المشتل بعد أن تصل إلى ارتفاع معين، بل يجب زراعتها في الأرض الدائمة أو التخلص منها حتى لاتتضرر كثيراً من الرياح.

٢ - أما بالنسبة للأشجار المثمرة، فيجب أن يكون البستان التي سوف تزرع فيه محاطاً بمصدات رياح قبل زراعة الغراس فيه. تزرع مصدات الرياح على شكل سور حول البستان وتكون من أشجار سريعة النمو وقوية وتصل إلى ارتفاعات كبيرة، تكون زراعة أشجار مصدات الرياح قريبة من بعضها البعض حتى تتشابك أغصانها معاً وتشكل حاجزاً للرياح وتقلل من سرعتها.

تستعمل أشجار المخروطيات غالباً كمصدات رياح وأحياناً تستعمل أشجار الكازورينا أو الكافور، عند زراعة هذه الأشجار يجب أن تكون على ثلاثة خطوط (رجل غراب). وكما هو معروف فان أشجار مصدات الرياح تحمى مسافة من البستان تساوي ثلاثة أمثال طولها أو أكثر، لذلك يجب أن لايزيد طول البستان المحاط بمصدات الرياح عن ١٠٠م وكذلك عرضه، وذلك حتى يكون لمصدات الرياح تاثير جيد في حماية الأشجار.

٣ - أما بالنسبة لأشجار الغابات الطبيعية، فان دور الإنسان يكون محدوداً في حمايتها من أضرار الرياح، إنما يكون دور مهندسي الغابات هو زيادة كثافة الأشجار وتعويض الأشجار التي تقتلع أو تكسر، كذلك بالمرور المستمر على الغابة لازالة الأشجار المقلوعة والأجزاء المكسورة وتطهير أماكن الجروح لوقايتها من مهاجمة الطفيليات المرضة.

أما بالنسبة للغابات الصناعية فيجب زراعتها على شكل مدرجات، يعني بالتدريج في الطول بحيث تحمي الأشجار الطويلة الأشجار القصيرة التي امامها، كذلك يفضل أن تكون زراعة الأشجار في البداية على شكل موازي لهبوب الرياح تقريباً وليس عمودياً عليه. كذلك يجب أن تكون الأشجار قريبة من بعضها.

ثانياً: الثلج Snow:

إن الأضرار التى يسببها الثلج على الاشجار من الأهمية بمكان. بشكل عام فان إضرار الثلج تكون على المخروطيات أكثر منها على الاشجار الخشبية الاخرى. هناك إختلافات كبيرة موجودة بين درجات الضرر التى يسببها الثلج، وهذا يعتمد على الصفات المورفولوجية للشجرة. فمثلاً شجرة البيسيه تطرح كميات كبيرة من الثلج الذى يتساقط عليها، بينما نوع *Thuja* يتجمع عليها كميات كبيرة من الثلج. إن الأشجار ذات التاج غير المتناسق تميل لأن تتضرر كثيراً بالثلج وذلك نظراً لتجمع كميات كبيرة من الثلج على الجانب الذى فيه أغصان كبيرة.

هناك عوامل أخرى تؤثر على كمية الضرر الواقع على الشجرة من الثلج، من هذه العوامل الحرارة والرياح. عندما تكون الحرارة قريبة من أو فوق نقطة التجمد هذا ما يؤدى إلى تكوين ثلج ثقيل ورطب ويؤثر تاثيراً ضاراً جداً على الأشجار.

عند غياب الرياح الشديدة فإن أغصان الشجرة تكون قادرة على أن تتحمل الوزن الزائد من الثلج المتراكم عليها، ولكن في وجود الرياح فان أغصان الاشجار تنكسر نتيجة هزها وتحريكها بالهواء وهي مثقلة بالثلج.

إن الأضرار التي يسببها الثج مشابهة تقريباً للاضرار التي تسببها الرياح. يمكن أن تتكسر أغصان وساق الشجرة، يظهر ميل واعوجاج ويمكن أن تقلع الشجرة. هذه الحالة الاخيرة شائعة الحدوث في المناطق الجبلية المنحدرة التي تهب عليها رياح عاتية أيام الثلج. في هذه الحالات يمكن أن تقطع قمم الأشجار القصيرة نتيجة سقوط أجزاء الاشجار المحملة بالثلج عليها.

ثالثاً: الجليد Ice

إن النباتات مهما أختلفت احجامها تتضرر بواسطة صفائح الجليد المتكونة من تجمد الماء. إن الطبقة الزجاجية المتكونة من الجليد والتي تغطي الاوراق أو الساق تسبب أضراراً كثيرة للنباتات، من هذه الاضرار الاختناق، تجمع مواد سامة، نقص الاكسجين الواصل الى الخلايا، كسر الاغصان أو السيقان.

تكون أضرار الجليد على أنواع نباتات العلف مثل البرسيم الحجازي نتيجة تجمع منتجات عرضية سامة من التنفس الهوائي واللاهوائي. إن الجليد المغلف لمنطقة التاج والجذور يثبط إنتشار ثاني أكسيد الكربون. إن هذا الاخير ومنتجات التنفس الاخرى يمكن أن تتجمع بسرعة بتركيزات سامة واحياناً قاتلة مسببة اضراراً للانسجة تشبه تماماً الاضرار التي تسببها غمر التربة بالماء مثل موت وتحلل الانسجة.

إن التجمعات الثقيلة من الجليد تسبب تقشير الاغصان الحديثة والفروع الكبيرة من الشجرة وتثبيط النمو لعدة سنوات، لذلك فان كسر الافرع الصغيرة أو الكبيرة ظاهرة شائعة عندما تكون المواصف الجليدية مترافقة مع المواصف الهوائية. إن القمم المكسورة تسبب إعوجاج وانحناء الاشجار. إن هذه الاضرار تجعل الاشجار أكثر تعرضاً لمهاجمة الحشرات والفطريات والافات الاخرى.

تعتبر أشجار المخروطيات أكثر أنواع الاشجار مقاومة لاضرار الجليد نظراً لمرونتها حيث تهزها الرياح بدون حدوث ضرر وأيضاً لطبيعة نموها المخروطى الذى يجعل كمية الجليد الساقطة عليها قليلة بالنسبة لحجمها. إن الجليد الساقط على صنوبر نوع بونديروسا يكون أكثر ضرراً على الاشجار الحديثة، يسبب لها الانحناء أو التخلخل من الأرض أو يسبب كسر القمة أو الساق. إن الاشجار ذات السيقان بسمك ٢ - ٦ إنش تكون أضرار الجليد عليها احيانا بان يسبب لها الانحناء. أما النباتات ذات ساق بسمك ٦ - ١٠ إنش يسبب لها الجليد انكسار القمة أما فوق ١٠ إنش تكون أضراراً الجليد عليها قليلة. يمكن تقليل أضرار الجليد بتقليم الاشجار بطريقة تجعل ساقها وقمتها قوية.

رابعاً: البَرَدْ Hail:

من ناحية واقعية فان البَرَدْ يمكن أن يقضى على المحصول ويدمره تماماً. تحدث أضرار البَرَدْ فجأة وبدون تحذير ولا يمكن عمل أى شئ لمنعه، يسبب خسائر مذهلة أكثر من المتوقع. إن كرات البَرَدْ فى المناطق الباردة والمتجمدة تكون كبيرة بحيث أن سكان المناطق الدافئة أو المعتدلة لا يمكن أن يتصوروا ما حجم كرة البَرَدْ فى البلاد الباردة، لأن كرة البَرَدْ فى بلادهم لا تتعدى حجم حبة الحمص، ولكن فى البلاد الباردة فان حجم كرة البَرَدْ يكون بحجم بيضة الحمامة أو بحجم كرة الجلف، وتستطيع هذه الكرات أن تسبب خسائر للانسان والنبات فيمكن ان تحطم زجاج الشبابيك وزجاج الصوبا الزجاجية وتسقط ثمار الاشجار وتتلف المجموع الخضرى وتدق قلف الشجرة وتكسر أغصانها. وفيما يلى نبذة عن تاثير البَرَدْ على بعض النباتات.

ا - الذرة والحبوب:

اذا حدث البَرَدْ أثناء فصل الصيف عندما تكون الذرة فى الحقل فانه يسبب أضراراً من متوسطة إلى جسيمة من ٥ - ١٠٠ ٪، بمتوسط ١٠ - ١٥ ٪ والخطر الاكثر من ذلك هو جعل الذرة أكثر تعرضاً للاصابة بعفن الساق الذى يتكشف فى الحقول التى تصاب أصابة متوسطة أو عالية. إن كل ساق يضرب بالبَرَدْ يخترقه بكتيريا أو فطر بجانب الجروح التى يسببها البَرَدْ.

كذلك فان محاصيل الحبوب تتضرر بواسطة البَرَدْ. عندما لا يكون البَرَدْ شديداً بحيث لا يخترق الاوراق أو السنابل أو لايستطيع أن يكسر الساق الرئيسى، عندئذ يظهر بقعاً مبيضة أو بيضاء كلية موزعة على سطح الورقة تشير الى أماكن ضرب كرات البَرَدْ للورقة. هذا يشير أيضاً إلى تمزق تجمعات خلايا الميزوفيل حتى عندما لا تكون البشرة مقطعة فان الهواء يدخل من تحتها ويعطى هذه البقع اللون الابيض.

عندما تكون الحبوب فى طور السنابل فان الفقد يكون كبيراً ومتناسباً مع كمية السنابل أو السنيبلات التى سقطت من ضرب كرات البَرَدْ. واذا لم تسقط السنابل فانها تكون كثيرة الخدوش والكدمات بحيث أن السنابل الاكثر نضجاً والاكثر بعداً عن غلاف السنبلة تنجو من كثير من ضربات كرات البَرَدْ. يتعوق تكشف السنابل التى تضربها كرات البَرَدْ مباشرة وتكون الحبوب أخف وزناً وتفتقر الى التجانس وكثيراً ما تكون ذات قمة سوداء. يمكن أن ينخفض الوزن بنسبة ١٠ – ٢٠ ٪ من الناتج من السنابل التى لم تتضرر.

يعانى الشوفان أيضاً من أضرار البَرَدْ اذا كانت العناقيد (السنبلة) لاتزال مغلفة فى الغمد الورقى عند حدوث عاصفة البَرَدْ. لكن اذا ضُربت السنابل بعد خروجها من الغمد فان هذا يسبب عقم السنابل والتى تأخذ مظهر السنابل التى هاجمتها حشرات التربس. إن ظاهرة التنقيط والالتواء فى السنابل يمكن ان تتسبب عن البَرَدْ وعن التربس.

٢ - الطماطم، التفاح والكمثرى:

يحدث البَرَدْ أضراراً على الثمار اللحمية مثل الطماطم، داخلياً وخارجياً. إن الأنسجة الاكثر حساسية التى تحمى الشجرة تموت، تتحول الى اللون البنى وتجف تاركة قشرة صلبة أو أنسجة فلينية عندما تنضج الانسجة المحيطة بها.

لو لوحظت نفس البقع الفلينية على ثمار التفاح والكمثرى حتى عندما لا يظهر أى جرح مفتوح من تأثير البَرَدْ فان البَرَدْ يسبب خدش الانسجة البرانشيمية التحتية مسبباً مناطق غائرة مائلة للون البنى والتى تكون مفصولة عما يحيط بها من النسيج السليم بطبقة من الخلايا الفلينية. اذا حدثت أضرار البَرَدْ فى الاطوار المبكرة من تكشف الثمار فان هذا يتبعه

اضراراً كبيرة. الثمار التى تضربها كرات البَرَدْ وهى لاتزال فى حضن الزهرة تبقى مشوهة أو غير طبيعية بسبب موت الخلايا المستطيلة. بعد خمسة أيام من حدوث الاضرار تجف الانسجة ويحدث لها سوبرة ويبدأ تكوين الخلايا الفلينية تحت هذه المنطقة. قبل جمع المحصول بثلاثة أسابيع تكون المناطق المتضررة غائرة حتى لو لم يتمزق الجلد. تصبح الخلايا مسوبرة ويتميز كثير من الخلايا البرانشيمية، بينما الخلايا لاتزال تتكاثر، الثمار تبقى مشوهة وغير قابلة للتسويق.

٣ - البصل:

يتأثر حجم بصيلات البصل نتيجة أضرار البَرَدْ وذلك لأن البَرَدْ يؤدى الى سقوط الأوراق أو تكوين خدوش فيها وبالتالي تنخفض المساحة التى تقوم بعملية التمثيل الضوئى وتصنيع المواد الغذائية اللازمة للبصلة. ولقد وجد بالتجربة أن قطع كميات مختلفة من أنسجة الورقة على فترات مختلفة لغاية ستة أسابيع قبل جمع المحصول، فتبين أن قلة الاوراق تؤدى الى خفض تكشف أبصال البصل. إن إزالة نصف المجموع الخضرى قبل جمع المحصول بمدة ٢-٦ أسابيع سبب خسارة كلية فى المحصول تقدر ٣٤,٧٪.

٤ - أشجار الغابات:

يسبب البَرَدْ تساقط الاوراق وموت البراعم وتبقع الساق وكدمات فى قلف الاشجار. إن صفات أعراض أضرار البَرَدْ على أشجار الغابات هى بشكل عام من بين أسهل الاعراض تشخيصاً. اذا مرت بضع سنوات بعد حدوث البَرَدْ فان الانسان يحتار عند ملاحظة هذه الاعراض التى لاتزال موجودة اذا لم يكن عنده فكرة سابقة عن حدوث البَرَدْ. إن الجروح المتكونة لا تلبث أن تغزوها الفطريات وتصبح الاصابات القديمة نتيجة البَرَدْ واضحة تماماً. إن أهم مميزات أضرار البَرَدْ أنها تشابه احتراق الشجرة وإضرار الصقيع.

تظهر أعراض إضرار البَرَدْ على الحور الرجراج (aspen) على شكل كشط على القلف الابيض الناعم والذي فيما بعد يتحول الى اللون الاسود وكالوس جاف ويعطى الشكل البثرى

على نفس جانب الشجرة الذي ضربه البَرَدْ (بثرات سوداء على القلف) بينما يبقى القلف ناعماً أبيض نظيف في الجهة المقابلة.

أما في شجرة البيسيه البيضاء يكون أكثر الضرر على القلف الرقيق في الجزء العلوى من الاشجار. أما على قلف الساق ذو سمك ٣ إنش في القطر يظهر بطش على القلف تحيط به كلية تاركة بعض الجروح المفتوحة.

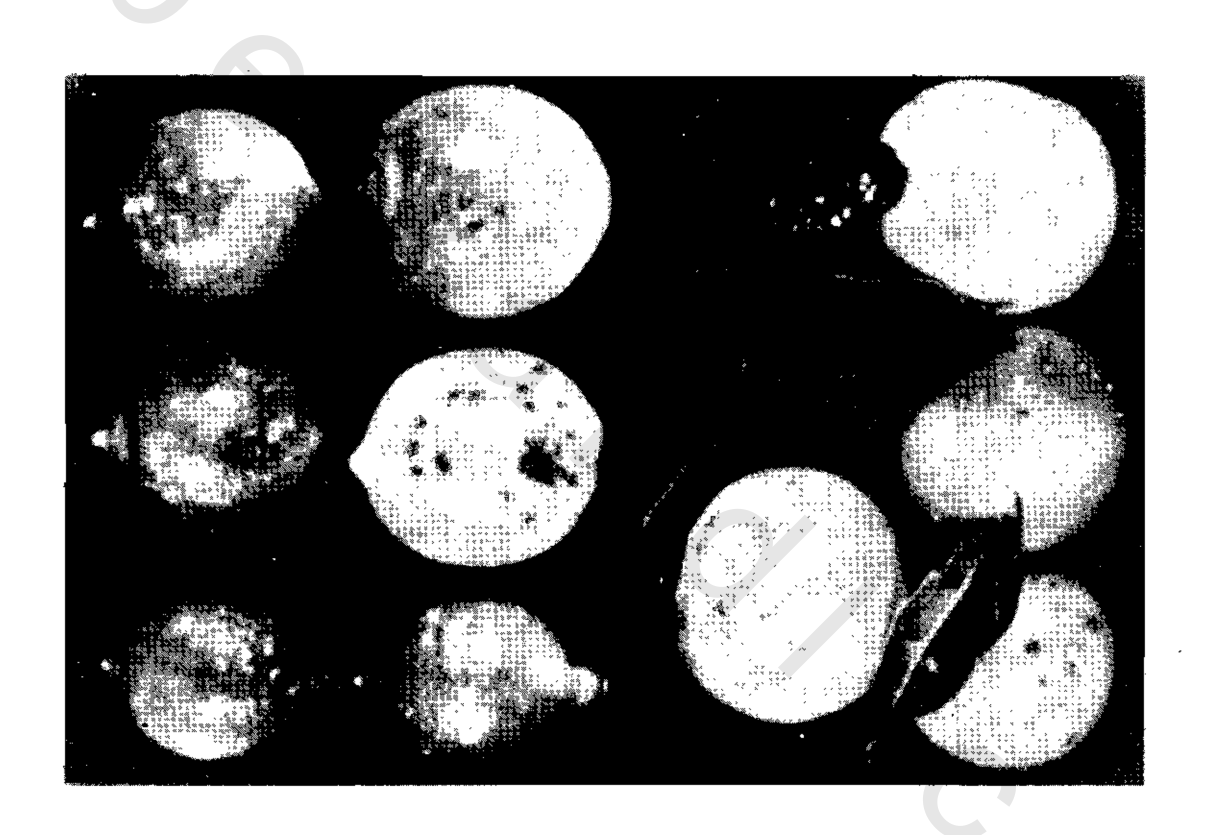
تموت قمم الاشجار على بعد عدة إقدام من قمة الشجرة. تحت هذه المنطقة فان بعض الجروح يشفى والبعض الاخر يتغطى بالكالوس. بعض الجروح الصغيرة التى تلتئم تترك مكانها ندباً. قد تظهر ندباً أخرى مكان ضرب كرات البَرَدْ للساق. هذه الندب تكون بطول ١-٣ إنش. يوجد تحت كل بثرة جيب به افرازات في الخشب ينمو تقريباً مع الحلقات السنوية.

أما فى صنوبر Jack pine فان الاعراض تشبه الاعراض المذكورة سابقاً، الا أنه فى هذه الاشجار يظهر مناطق فى الساق قد انفصل عنها القلف ويكون احتمال شفاؤها قليل، وبالتالى فان أشجاراً كثيرة من هذا النوع من الصنوبر تموت تحت تأثير البَرَدْ. تظهر على الساق مناطق وكأنها محروقة بالنار. إن معظم هذه الأعراض تكون نتيجة الجفاف حيث أن العصارة الغذائية لا تصل هذه المناطق لأن القلف قد انكسر وزيادة على ذلك نتيجة مهاجمة الحشرات والفطريات التى يناسبها الجروح.

وبشكل عام يمكن القول بأن أضرار البَرَدْ تكون أكثر حدوثاً على أشجار الغابات منها على أشجار الفاكهة أو النباتات الحولية المزروعة.

٥ - الحمضيات:

تشبه أضرار البرد في الحمضيات الأضرار السابق ذكرها وهى واضحة فى شكل ٤٨.



شكل رقم ٨٤: أعراض أضرار البَرَدْ على الحمضيات في الشكل على الشمال. أما في الشكل على اليمين فتظهر أضرار تغذية القواقع.

الفصل الثالث

الضوء والبرق

Light and Lightning



الفصل الثالث

الضوء والبرق

Light and Lightning

اولاً : الضوء Light

يعتبر الضوء المادة الاساسية لجميع النباتات (باستثناء بعض الافراد) لتكوين المادة الخضراء (الكلوروفيل) وللحصول على الطاقة التي يستطيع بواسطتها جهاز الكلوروفيل أن يقوم بتصنيع المواد الخام ثاني أكسيد الكربون والماء في عملية التمثيل الضوئي لبناء المواد الكربوهيدراتية وإنطلاق الاكسجين.

يتشكل الكلوروفيل عندما يتعرض البادىء المسمى بروتوكلوروفيل الى الضوء وبالتالي فان النباتات تحتاج في البداية الى الضوء لتكوين الكلوروفيل من بادىء الكلوروفيل ثم بعد ذلك تحتاج الضوء لتكشف وبقاء الطبقات العادية من الجرانا Grana في الكلوروبلاست. وبالتالي فان البادرات التي تحفظ في الظلام نادراً ما يتكشف فيها الكلوروفيل، الا أنه يتكون فيها صبغات الكاروتين والزانثوفيل وتعطي البادرة اللون الاصفر.

كذلك فان الكلوروبلاست وهي العضيات الداخلية والتي فيها يتكشف كلوروفيل النباتات الراقية يحدث له تغيرات عندما يتعرض للضوء. خلال الدقائق الأولى من الاشعاع فان البلاستيدات الأولية في البادرات النامية في الظلام تتحول الى كلوروبلاستس . إن شكل الكلوروبلاست يتغير بين الأنواع فيأخذ شكل الطبق أو الشكل البيضاوي حوالي ١ – ٢ ميكرون في الطول ومغلف بغشائين. يضم الغشاء مادة أو ستروما والتي تتشابك مع طبقة ثنائية الغشاء. قبل أن يتعرض الكلوروبلاست للضوء فان تركيبات هذه الطبقة تتنظم عشوائياً ولكن عند تعرضها للضوء تصبح الطبقة منظمة في طبقات مسطحة مصفوفة على شكل أكوام من النقود تسمى جرانا Grana. توجد جزيئات الكلوروفيل على هذه الطبقات والتي تزود بأكبر سطح لامتصاص الضوء.

أما عن عملية التمثيل الضوئي فهى مذكورة في كتب فسيولوجيا النبات ولامجال لذكرها هنا.

مما سبق يتبين أن الضوء ضروري لحياة النباتات الراقية بشكل خاص، الا أنه إذا كان بعض الضوء ضروري للنباتات فان الضوء الكثيف يمكن أن يكون ضاراً. إن الكثافة الضوئية لا تشجع سرعة النتح فقط ولكنها تحطم جزيئات الكلوروفيل بواسطة الأكسدة الضوئية. إن عملية البناء الضوئي يمكن أن تتجدد بواسطة توفر الماء الذي يؤثر على عمليات الحياة الأخرى. إن عملية الجفاف تعمل اضطرابات في التركيبات الغروية وبالتالي توقف عملية التركيب الضوئي لأنها تضعف وتقلل كفاءة الانزيمات.

نباتات الظل ونبات الشمس Shade plants and sun plants

هناك حقيقة علمية تؤكد أن النباتات إما أن تكون نباتات ظل أو نباتات شمس. حيث أن هناك بعض النباتات تسلك في حياتها العادية أحسن وجه وتكون في أفضل نمو لها عندما تتعرض للكثافة الضوئية العادية (ضوء الشمس) في النهار، بينما هناك نباتات أخرى تكون في أوج ازدهارها عندما توجد في أماكن مظللة جزئياً حيث يكون الضوء نو كثافة متوسطة، وبالتالي يكون هناك نباتات شمس ونباتات ظل او نباتات محبة للظل واخرى محبة للضوء. إن هذه الحقيقة يجب وضعها في عين الاعتبار عند توفر الظروف الملائمة للنباتات او عند دراسة الأمراض الطفيلية أو غير الطفيلية للنباتات حتى لا يختلط علينا الأمر. اذا تعرضت النباتات المحبة للظل، للشمس يمكن أن يحدث لها اضراراً كثيرة حيث تبدأ النباتات في الاصفرار ثم تذبل وتسقط ويموت النبات. كذلك اذا وضعت النباتات المحبة للشمس، في الظل فانها تنمو ببطء ويحدث لها استطالة في السيقان وضعف تكوين جدر الخلايا.

تقسم النباتات الي ثلاثة مجموعات حسب احتياجها من طول النهار لكي تعطي ازهاراً :

القسم الأول : – النباتات ذات النهار القصير، وهي النباتات التي تعطي ازهاراً إذا كان تعرضها للضوء أقل من مدة معينة وهي ١٤ ساعة والباقي فترة ظلام مستمرة.

القسم الثاني : – النباتات ذات النهار الطويل، وهي النباتات التي تحتاج لكي تعطي ازهاراً اضاءة نهارية أكثر من ١٤ ساعة غالباً ١٥ – ١٦ ساعة من ساعات النهار.

القسم الثالث : – النباتات المعتدلة وهي النباتات التي تعطي ازهاراً بغض النظر عن الفترة الزمنية من الاضاءة التي تتعرض لها.

التاثيرات العامة للكثافة الضوئية : –

لكي تعيش النباتات مزدهرة ونامية بطبيعتها فيجب أن يتوفر لها كثافة ومدة ضوئية معينة، وهذه من الأمور الاساسية في حياة النبات. إنه من الصعوبة بمكان تحديد الكثافة اللازمة للنمو الأمثل للنبات لان هذا يتعلق بمتغيرات كثيرة. يمكن القول بأن الضوء القادم للنبات اذا كان أقل من الدرجة الدنيا التي يحتاجها النبات او يزيد عن الدرجة القصوى التي يتحملها النبات، فان هذا النبات يتوقف عن التقدم والنمو ويحصل له بعض الاضطرابات. إن كمية الضوء المثلى للنبات (مقاسة بالكثافة الضوئية ومدة البقاء) هي التي سوف تحث النبات على أفضل نمو له او تنتج نوعاً من التكشف النباتي يكون غالباً طبيعياً. اذا إنخفضت كمية الضوء القادمة للنبات عن الكمية الدنيا التي يحتاجها، فمثلاً أصبحت صفراً (ظلام دامس) فان النبات يخضع لتغيرات تدريجية من التشكيل والتركيب متضمنة تغير اللون والتخصص الوظيفي لاجزاء النبات الداخلية والتي تؤدي الى ما يسمى بظاهرة الشحوب أو قلة الضوء Et-iolation. إن النباتات المريضة الصفراء والتي حرمت كلياً من الضوء تمثل ظاهرة الاستطالة في أقصى حدود لها، بينما عند التعرض للضوء فان الاعراض تقل تدريجياً وتتناسب عكسياً مع كمية الضوء الواردة للنبات حتى تصل النباتات الى الحالة المثلى. إن التغيرات والمميزات التي تتصف بها النباتات اذا وضعت تحت اضاءة غير مناسبة هي كما يلي:

١ – حدوث استطالة غير عادية في السلاميات في الساق وفي أعناق الاوراق وفي قمم السيقان مما يعطيها الشكل المغزلي. هذا التحور يحدث في النباتات ذات السيقان المميزة بالاستطالة الطبيعية وفي النباتات ذات الصفات الوردية (تأخذ شكل التورد في مظهرها).

٢ – إنخفاض في حجم الأوراق (تكون اوراق نباتات الظل أكبر من اوراق نباتات الشمس) هذه الصفات تميز نباتات ثنائية الفلقة، ولكن النباتات احادية الفلقة تظهر بشكل عام استطالة وضيق في نصل الورقة. الانحراف عن الوضع الطبيعي يظهر في احادية وثنائية الفلقة.

٣ - إنخفاض في كمية الكلوروفيل أو يختفى نهائياً (في الظلام) وبالتالي يحدث إنخفاض في عملية التمثيل الضوئي أو التوقف التام لعملية تصنيع الغذاء. إن النمو يحدث اعتماداً على المواد الغذائية المخزنة سواء كان في البذور (البادرات) أو في اللحاء (النباتات الكبيرة). يجب الأخذ بعين الاعتبار أن قلة الضوء لا تؤثر على وقف عملية التمثيل الضوئي فقط بل تؤثر على عمليات أخرى وذلك لأنه عند تزويد النباتات بمواد غذائية جاهزة فانها لا تستمر في النمو الطبيعي، وهذا يدل على أن الضوء يؤثر على عمليات فسيولوجية أخرى.

٤ - تؤثر قلة الضوء على وظائف التكاثر والانتاج. ينخفض تكوين الازهار وتكون عقيمة أو أن تختفي الازهار نهائياً نتيجة لقلة المواد الغذائية المتوفرة. إن النباتات مثل التيولب، النرجس وزهرة الياقوتة حيث أنها تحتوي على مواد غذائية مخزنة كثيرة فانها تعطي ازهاراً مثل الوضع الطبيعى حتي في الظلام الدامس.

٥ - يحدث نموات عصيرية أو طرية، تكون السيقان اسطوانية والاوراق أرق والجدر الخلوية أكثر ضعفاً ويكون هناك ضعفاً شديداً في الأنسجة الدفاعية أو الميكانيكية الدفاعية في النبات. ينخفض تكوين البرانشيما البلاستيدية في الأوراق وبالتالي تصبح اوراق النباتات الموضوعة في الظل لا تزيد في سمكها عن نصف السمك المتكون تحت الضوء العادي. إن النباتات النامية تحت اضاءة ضعيفة تذبل بسرعة أكثر من النباتات العادية عندما تعرض لضوء شديد، هذا يمكن ملاحظته في بعض النباتات التي تنمو تحت الصوبة الزجاجية.

إن الضوء الضعيف او الشحوب الجزئي يجعل النباتات أكثر قابلية للاصابة بالفطريات، وبدون شك فان التحورات التي تحدث في العائل تلعب دوراً هاماً في زيادة قابليته للاصابة وفي نفس الوقت تكون حالة قلة الكثافة الضوئية تسبب ظروفاً ملائمة لنمو الفطريات. إن عامل الضوء ليس وحده المسبب للظروف الملائمة للأضرار بالنبات من حيث ملائمة العائل للطفيل، وإنما يرافقه بشكل عام زيادة رطوبة الهواء والتي يمكن أن تؤثر على كل الجانبين العائل والطفيل. يمكن القول بأن نبات الخس النامي تحت ظروف الصوبا الزجاجية، أحياناً يعاني بشدة من لفحة الأوراق وعفن الساق نتيجة اصابته بالفطر *Botrytis* خلال الظلام، والأيام الغائمة في الشتاء، بينما تختفي الاضرار بشكل كبير اذا استمرت الأيام المشمسة. عندما

يكون نقص الضوء مترافقاً مع زيادة الرطوبة فان هذا يزيد قابلية المجموع الخضري للضرر من المدخنات مثل حمض الهيدروسيانين.

كما وأن نقص الضوء يسبب نوعاً من النمو الذي فيه يتأخر النضج وبالتالي فان اضرارا الشتاء تكون أكثر احتمالاً في أن تؤثر على النبات بهذه الطريقة. يبدو أن أضرار الشتاء في بعض البيئات تكون مؤكدة ليس فقط بواسطة الحرارة المتوسطة للخريف الذي يتبعه طقس متجمد ولكن أيضاً عن طريق تخفيض كمية الضوء خلال الجو الغائم والضبابي.

احياناً تستعمل ظاهرة إنخفاض الضوء أو الشحوب Etiolation لانتاج نباتات ذات صفات معينة مرغوبة من وجهة نظر تجارية. إن أبصال زهرة الياقوتة المزروعة في أوعية في الخريف، أحياناً تظهر تأخراً في تكشف الاوراق ويبقى حامل الزهرة قصيراً. هذا الوضع يمكن تقليله أو منعه عن طريق تغطية البصلة والبرعم بغطاء من الورق الأسود وهذا يسبب قلة الضوء وبالتالي تحدث عملية الاستطالة، وكنتيجة لذلك تستطيل الأوراق وحامل الزهرة. إن مثل هذه الفكرة تستعمل للحصول على فروع زهرية طويلة لبعض النباتات.

إن ظاهرة قلة الضوء (الاستطالة أو الابيضاض) تعطي احياناً نوعية مرغوبة في بعض الخضروات مثل الاسبرجس (الهليون) حيث يقل اللون الأخضر ويزداد اللون الأبيض وكذلك في الهندباء، الكرفس، بعض أنواع الخرشوف، رؤوس الخس والكرنب وذلك عن طريق تخفيض الضوء. إلا أن الابحاث المتقدمة استطاعت أن توجد اصنافاً من هذه الخضراوات فيها الصفات المرغوبة وتورث في الاجيال اللاحقة. كما وأن ظاهرة قلة الضوء تستعمل احياناً في الحصول على نباتات متجعدة هشة سهلة القضم أو ذات أنسجة عصارية طرية وهذه صفات مرغوبة خاصة في النباتات الخضراء التي تستعمل في السلطات.

تأثيرات الاضاءة القوية Effects of Intense Light

عندما تزداد كثافة الضوء فان عملية التمثيل الضوئي تزيد الى نقطة معينة، بعدها اذا حصل زيادة في الكثافة الضوئية فان نشاطات التمثيل الضوئي تبقى ثابتة تقريباً ولكن الى وقت قصير فقط. إذا أصبحت الكثافة الضوئية عالية جداً أو زادت عن الدرجة المثلى لمدة

طويلة من الزمن فان تركيب المواد الكربوهيدراتية الغذائية يصبح قليلاً ويقل نشاط الانزيمات الداخلة في تركيبها ويمكن أن تتوقف العملية نهائياً. أثناء تعرض النباتات للاضاءة العادية فان الصبغات الخضراء (الكلوروفيل) يبدو أنها تتأكسد باستمرار ثم بعد ذلك تعود تنظم من جديد، لهذا فان التغيرات لا تكون واضحة. تحت ظروف الكفاءة الضوئية العالية فان النباتات الحساسة للضوء تعطى مظهراً أخضر مصفر باهت أو تعطي اوراق ذات لون برنزي، وذلك لأنه تحت هذه الظروف فان تأكسد الكلوروفيل يكون إلى حد ما أسرع من سرعة اعادة تنظيمه من جديد. تلاحظ هذه الظاهرة كثيراً عندما تؤخذ النباتات المحبة للظل والنامية تحت بيوت زجاجية مناسبة لها من حيث قلة الضوء، وتوضع في الجو العادي تحت أشعة الشمس.

إن حساسية النبات للكثافة الضوئية كثيراً ما تختلف حسب عمر النبات، حيث أن البادرات لكثير من الأشجار لا تكون قادرة على مقاومة ضوء الشمس المباشر، بينما الغراس الأكبر سناً تكون قادرة على أن تعيش في الضوء العادي بدون أن يظهر عليها أعراض مرضية. اذا استمر تعرض النباتات الحساسة للكثافة الضوئية لمدة طويلة فان هذا يؤدي الى قتل بروتوبلازم خلايا الاوراق، الساق والثمار ويظهر تلون بني، احتراق او لفحات ذات بقع موضعية أو أن هذه البقع تمتد وتنتشر الى مسافات أكبر. إن الحساسية للكثافة الضوئية وظروف الرطوبة، الحرارة والضوء التي تكون سائدة قبل تعرض النبات للكثافة الضوئية لها دوراً هاماً على نوع ودرجة الضرر الذي ينشأ على النبات.

تعاني النباتات التي تعيش في الصوبات الزجاجية من بعض الاضطرابات الفسيولوجية وذلك لانها تتعرض الى كمية عالية من الكثافة الضوئية تصل إليها. وبشكل عام يمكن القول بأن متطلبات النبات يجب أن يكون بينها تعادلاً من حيث الغذاء (بعض المغذيات، نسبة التمثيل).

إن الضوء الزائد نادراً ما يوجد في الطبيعة ونادراً ما يسبب اضراراً للنباتات. إن نوعية الضوء التي تصل الى سطح النبات لها أهمية كبيرة، ومع ذلك فان هناك اضراراً تعزى الى الضوء هي في الحقيقة نتيجة ارتفاع الحرارة مقروناً مع كثافة ضوئية عالية. إن بعض النباتات التي تتضرر من الكثافة الضوئية تبين أنها تتضرر من موجات الضوء القصيرة

متضمنة منطقة الأشعة فوق البنفسجية. إن المثل الجيد على اضرار الكثافة الضوئية للنباتات هو مرض سمطة الشمس في قرون الفاصوليا.

الأمراض التي تتسبب عن الكثافة الضوئية

ا - السمطة الضوئية للفاصوليا Sunscald of Beans

تظهر الأعراض الأولية المنظورة لهذا المرض على شكل بقع صغيرة جداً بنية أو محمرة موجودة على مصراع القرن المعرض لأشعة الشمس بعيداً عن مركز النبات. تستطيل هذه البقع تدريجياً حتى تصبح على شكل اشرطة قصيرة متجهة الى الخلف والى أسفل موازية لخط إتصال مصراعي القرن (suture). في خلال يوم أو يومين تزداد هذه البقع في المساحة وتصل ٣ - ٤ ملم وتتكشف الى أنسجة بنية مائية وأحياناً غائرة قليلاً. اذا كان الإنتشار سريعاً يكون اللون بني وأحياناً به صبغة حمراء تمتد على مسافة كبيرة من السطح المعرض للشمس وأحياناً تغطي جميع السطح.

في بعض الأصناف فان السطح المعرض للشمس لا يتغطى كلية ولكن يكون هناك بقعاً ذات مقاسات ٣ - ٤ ملم في القطر تتسع الى أكبر، بينما لا يزال يظهر بقعاً جديدة. غالباً ما تتحد البقع الصغيرة مع بعضها لتكوين بقعاً أكبر معطية للبقع شكل غير منتظم واخيراً فان هذا التبقع يمكن أن يظهر على الجانب السفلي للقرن.

يظهر خطوط بنية على السيقان وأعناق الأوراق المعرضة لنفس الظروف المعرضة لها القرون حيث تموت مجموعات من خلايا البشرة. إن الأوراق المسموطة قد تكون مصابة بشدة وذلك لطول فترة الأشعة فوق البنفسجية المعرضة لها ويمكن أن تظهر الأوراق وكأنها مصابة بأمراض فيروسية.

لا يؤثر المرض على إنتاج المحصول من البذور ولا على قوة نمو النبات، ولكن في الحالات الشديدة فان بعض الأصناف ذات الغلاف الأبيض يمكن أن يتلون غلافها وبالتالي تؤثر على نوعيتها.

في كثير من الأحيان يحدث التباس بين هذا المرض وبعض الأمراض البكتيرية حيث أن البقع المتكونة تكون مدخلاً للاصابة البكتيرية.

أسباب المرض : -

لقد تبين من الدراسات التي أجريت على هذا المرض أنه يتسبب عن الاضاءة وليس عن الحرارة ولهذا سمي السمطة الضوئية. وجد أنه بتعريض النباتات الى درجات حرارة تصل الى ٥٥ْم لمدة نصف ساعة فانه لم يتكشف المرض، ولكن عند تعريض النباتات لأشعة فوق بنفسجية محضرة صناعيا (2300 λ) لمدة نصف ساعة على درجة حرارة ٢٥ْ م فقد ظهر على النباتات بقعاً مشابهة تماماً لما يحدث في الطبيعة ويصعب تميزها عن بقع الاصابة الطبيعية. عند الفحص الميكروسكوبي تبين أن خلايا البشرة تحتفظ بشكلها ولكنها تكون ممتلئة بمواد صباغية بنية بدون تمييز ماهو تركيبها الكيماوي وتأخذ الخلايا المحتوية على الكلوروفيل اللون الأخضر الغامق. تفقد خلايا البشرة ماءها بالتدريج، تجف وتموت. تبقى بعض الخلايا الاخرى خضراء أو شاحبة ويتكشف ظلال ذات الوان خضراء وبنية معطية الأوراق اللون المبرقش الشبيه بأعراض الموزايك. لقد أمكن منع السمطة وذلك بوضع النباتات تحت نوع من الزجاج يصفي الضوء ويمنع مرور الأشعة فوق البنفسجية.

٢ - السمطة الضوئية للبقوليات Sun scald of Legumes

تصاب بعض البقوليات مثل فول الصويا، اللوبيا، فاصوليا الليما بالسمطة الضوئية. تظهر الأعراض على المجموع الخضري في هذه الأنواع على شكل بقع دقيقة حمراء ارجوانية على السطح العلوي للأوراق توجد هذه البقع في معظم الحالات محصورة بين العروق ولكن في حالات الاصابة الشديدة فان الاحمرار يمتد فوق العروق او يسير تابعا لسير العروق طوليا. ان الحجم النهائي الذي تصل اليه هذه البقع يعتمد كثيراً على المدى الذي تلتحم فيه هذه البقع. عندما تصل البقع الى قطر ٤ ملم يصبح مركزها ميتاً متحللاً ولونه مائل للبني وغالباً ما يحدث فيه شقوق مفتوحة. إن هذه الجروح المفتوحة تكون وسيلة جيدة لغزو النبات من قبل الطفيليات الاخرى. لقد أمكن تشجيع حدوث الأعراض صناعياً وذلك بتركيز الأشعة الضوئية على النباتات بالعدسات المكبرة.

لقد وصفت بعض البقع الشبيهة بالبقع السابقة الى حد ما على كل من البرسيم الحجازي والبرسيم الاحمر وبقوليات العلف الاخرى. كانت البقع الموجودة على المجموع الخضري دائرية غائرة عادة أقل من ١ ملم في القطر ومنتشرة على السطح العلوي للورقة. اما على الساق وأعناق الاوراق فان البقع تكون طولية وتتراوح في لونها من اللون الأسود إلى البنى او البني المحمر. تظهر البقع باعداد كبيرة على الأوراق المتقدمة بالسن. تصبح الاوراق المصابة شاحبة مكرمشة وتتدلى، تنهار السيقان المصابة وتموت. تظهر الاعراض أكثر على النباتات التي تعيش تحت اضاءة فلوروسنتية أو تحت اضاءة ذات كثافة عالية وهذا لا يمنع حدوثها في الحقل تحت الظروف الطبيعية.

٣ - لطخة النضوج، العقب الأخضر، الاصفرار الشمسي في الطماطم

Solar Yellowing, Green back, Blotchy Ripening In Tomato

أن هذا المرض يختلف عن مرض سمطة الشمس في الطماطم الذي ذكر سابقاً وبالاضافة الى كل هذه الأسماء السابقة فان هذا المرض يسمى بالبقعة الشمعية أو اللون المكفهر، وهو أكثر الأمراض الفسيولوجية في ثمار الطماطم نال اهتماماً كبيراً من المزارعين والباحثين. اول ذكر لهذا المرض كان سنه ١٩٢٦ وقد وصف بأنه بطش خضراء، صفراء أو شفافة صلبة من الأنسجة تنتشر في منطقة اللون الاحمر في ثمار الطماطم الناضجة بالقرب من منطقة الكأس الزهري. في سنة ١٩٦٧ ذكر بعض الباحثين أن البرانشيما المحيطة بالحزم الوعائية في الجدار الخارجي للثمرة تصبح متحللة ويظهر فيها إختلال نتيجة هذا الضرر. يمكن أن تصبح الأنسجة إما معتمة أو بنية اللون وتكون مطاطة ملجننة.

إن المناطق الخضراء في الثمار المصابة بالمرض بمقارنتها مع الاجزاء الحمراء تحتوي على كميات أقل من المواد الصلبة، المركبات النيتروجينية والسكريات، لكنها تحتوي كميات أكثر من المواد البكتينية غير الذائبة الكلية، وكمية قليلة من نشاط أنزيمات Pectinensterase وأنزيم Polygalacturonase ، وكمية قليلة من الأحماض الكلية. كذلك تتثبط بعض العمليات البيوكيميائية في أنسجة اللطخة أثناء النضج. أما النشاط الفينولي وصفات الميتوكندريا لاتتغير كثيراً في أنسجة اللطخة أثناء نضج الثمار.

إن نضج منطقة اللطخة في الثمرة يمكن أن يتأثر بالتغذية النباتية. إن نقص البوتاسيوم او زيادة النيتروجين يمكن أن تسبب زيادة في اعداد الثمار الملطوخة. إن Davies سنة ١٩٧١ قرر أن الثمار الملطوخة لا تتأثر فقط بالتغذية وإنما تتأثر بعوامل أخرى، وهذه العوامل تؤثر على سلوك الميتابولزم في الأنسجة الملطوخة بشكل يختلف عنه في النسيج العادي.

مسبب المرض Etiology

بعد دراسات عديدة وطويلة منذ سنة ١٩٣٤ الى ١٩٧١ كان هناك إقتراحاً بأن المرض يتسبب عن إختلافات في الحرارة فى فترات متقاربة على غلاف ثمرة الطماطم (Pericarp) خلال فترة النضج. كلما زادت درجة الإختلاف على أي جزء من الثمرة كلما زاد حدوث المرض، وأن الحرارة هي ذات تأثير مباشر في زيادة الاشعاعات وكفاءتها. إن العوامل الاخرى مثل اختلاف محتوى الكلوروفيل حول الثمرة وموقع الثمرة بالنسبة لسقوط أشعة الشمس، طور النضج، حجم ونوع الثمار كل ذلك يسبب إختلافات موضعية في الحرارة على الثمرة تؤدي إلى ظهور المرض.

وجد أن نشاط الميتابولزم يمكن أن يحدث فيه تغيرات لحدوث المرض. وجد كذلك أن الأصناف ذات اللون الأخضر الداكن أكثر قابلية للاصابة لانها تكون ادفأ (أكثر دفئاً) من ذات اللون الأخضر الفاتح. إن محتوى كأس الثمرة من صبغات الكلوروفيل (إن منطقة ظهور الأعراض تكون بالقرب من اوراق كأس الزهرة) كان عالياً في الأصناف القابلة للاصابة وذلك لأنه يمتص الضوء ذو الموجات القصيرة بين ٠.٣ – ٠.٧ ميكرون. هذا الاختلاف مقروناً مع الموقع الطبيعى للثمرة والتي يكون فيها الكأس معرضاً للشمس أكثر من الجوانب أو من الطرف الزهري يمكن أن يوضح سبب حدوث المرض على الجزء الكاسي من الثمرة.

لقد لوحظ أن الثمار الكبيرة تصاب عادة بكثرة وبشدة بمرض الاصفرار الشمسي اكثر من الثمار الصغيرة، حيث وجد أن درجة حرارة الثمار الكبيرة (عرض ٧٠ ملم) والمتوسطة عرض ٥٠ ملم كانت أعلى منها في الثمار الصغيرة ٣٠ ملم. لقد استطاع بعض العلماء احداث هذا المرض صناعياً في المعمل وذلك بتعريض ثمار الطماطم للحرارة. إن شدة المرض كانت تعتمد على طول فترة التعريض للحرارة وعلى درجة الحرارة. ولكن السؤال هو هل المرض ينشأ عن الحرارة لوحدها أم هناك عوامل تتداخل مع الحرارة؟؟.

هناك أبحاثاً كثيرة تدل على أن عوامل أخرى تتدخل في حدوث المرض منها : -

١) موجات الاشعاع خاصة الموجات القصيرة.

٢) ارتفاع الرطوبة النسبية تخفض الحرارة في جدار الثمرة وبالتالي تقلل الضرر على الثمرة. كان هناك نقصاً في اللون عند ارتفاع الرطوبة النسبية عن الحالة العادية. إن وجود كميات كبيرة من بخار الماء حول الثمرة هذا يمكن أن يعكس الاشعاعات ذات الموجة القصيرة ويزيد تركيزها على سطح الثمرة.

٣) عند تغليف الثمرة بقماش أسود (لا يوجد اشعاعات تصل الثمرة وعندها تزيد الحرارة) في فصل الصيف أعطت ٥٪ ثمار ناقصة التلوين في منطقة الأكتاف مقارنة مع ٢٥٪ نقص في الثمار المعرضة للاشعاعات وللبرودة، هذا يعني أن ٨٠٪ من الثمار المصابة ترجع اصابتها الى الاشعاعات ذات الموجة القصيرة وهذا جعل العالم Lipton سنة ١٩٧٠ يسمى هذا المرض باسم الاصفرار الشمس بدلاً من العقب الأخضر أو اللطخة الناضجة.

يمكن أن يكون للموجات القصيرة تاثيران : -

١) خفض بناء صبغة الكاروتين في اللطخة في الثمار.

٢) خفض إنتاج C_2H_4 في الثمار المصابة (خضراء وحمراء).

تحت الظروف الاستوائية أو في المناطق ذات الكثافة الضوئية العالية فان التظليل يمكن أن يزود الثمار بالبرودة، كذلك فان رش النباتات بمادة بيضاء يعكس الاشعاعات عن الثمرة ويمكن أن يقلل حدوث المرض.

٤ - السمطة الضوئية في البصل Onion Sunscald

تسمى السمطة الضوئية للبصل بلفحة البصل Onion Blast. إن تعرض نباتات البصل لدرجات حرارة عالية واضاءة شمسية قوية ورطوبة نسبية منخفضة بعد فترة كان الجو فيها

غائم رطب، نتيجة لذلك تظهر السمطة الضوئية في البصل. تحت ظروف جوية أبرد وكثافة ضوئية أقل فان النبات يعطي نموات طرية غير طبيعية. تكون المتطلبات المائية تحت هذه الظروف غير كثيرة حيث إن الاحتياجات المائية يمكن الحصول عليها بواسطة المجموع الجذري المحدود.

إن بقية أعراض السمطة الضوئية في البصل تشبه ما ذكر في البقوليات.

٥ - الرقاد في النجيليات والمحاصيل الاخرى

Lodging of Cereals and other Crops

إن الرقاد أو سقوط النباتات يظهر في النجيليات والبسلة قبل موعد الحصاد وهي ظاهرة شائعة في كثير من المناطق، بينما في مناطق أخرى تكون نادرة. لا يوجد هناك سبب واحد بمفرده يسبب الرقاد ولكن هناك عدة أسباب يمكن أن تشارك في ذلك نذكر منها : -

١ - ضعف قواعد السيقان المتكشفة نتيجة لقلة الضوء وزيادة الرطوبة، تكون قلة الضوء نتيجة كثافة الزراعة وازدحامها.

٢ - زيادة النيتروجين أو على الأقل توفر كميات كبيرة من النيتروجين القابل للامتصاص من قبل النبات وهذا يشجع النبات على تكوين نموات عصارية مع مجموع خضري ثقيل.

٣ - وفرة الرطوبة في التربة وفي الهواء والتي تشجع النموات العصارية الكثيفة.

٤ - اضرار الصقيع والتي تؤدي الى موت الأنسجة المرستيمية في مواضع قواعد سلاميات معينة.

٥ - مهاجمة النبات من قبل الآفات الضارة مثل الحشرات والفطريات (أعفان الجذر أو أكلات الساق) والتي يناسبها في تطفلها اضرار الصقيع أو الجروح المرضوضة.

٦ - الاضرار الميكانيكية مثل كسر الساق أو الرقاد بسبب الفعل المباشر للهواء أو البَرَدْ أو الأمطار والعواصف.

٧ - هناك نظريات قديمة تفيد بأن الرقاد يكون نتيجة قلة حمض السلسيليك الذي هو (H_2 Sio3) وهذه النظرية لها مؤيدون ومعارضون.

٨ - إنخفاض اللجنين في خلايا الأنسجة السفلية من ساق النبات.

٩ - إنخفاض نسبة الكربوهيدرات الى النيتروجين.

١٠ - الزراعة الكثيفة خاصة في الأراضي الغنية فتعطي نباتات متزاحمة جداً وقوية وتحجب الاضاءة عن قواعد بعضها البعض.

قد يكون هناك اسباباً أخرى لم أستطع الوصول إليها بعد:

والذى يهمنا فى كل هذه الاسباب هو السبب الأول المتعلق بنقص وصول الاضاءة الكافية الى قواعد سيقان النباتات.

الاعراض :-

إن الرقاد يتسبب جزئياً أو كلياً عن قلة الكثافة الضوئية عند قواعد سيقان النباتات حيث أن نقص الضوء يسبب ضعف هذه السيقان وتستطيل استطالة غير عادية إبتداءً من السلامة الثانية فوق سطح التربة وتنحنى هذه السيقان لان قواعدها لاتستطيع مقاومة حركتها واهتزازها بواسطة الرياح وبالتالى كلما إستطالت النباتات كلما كان ميلها اكثر، فعند وصولها الى ثقل لاتقوى القواعد على حمله مع استمرار الانحناء فان النباتات تسقط فوق بعضها البعض ثم ترتكز على الأرض.

لاتكون النباتات الراقدة ميتة وإنما تستمر فى النمو حتى تصل الى طور النضج ولكن تكون الخسارة كبيرة فى المحصول لصعوبة الحصاد ولتساقط السنابل وصعوبة جمعها بالاضافة الى أن النمو يكون ضعيف جداً والسنابل المتكونة ضعيفة التكوين. يكون القش والتبن سيئ التكوين لطول فترة تلامسه مع الرطوبة الأرضية ولايصلح علفاً للماشية. اذا قمنا بحش النباتات الراقدة وهى فى اطوار النمو الأولى على ارتفاع ٢٠ سم فانها تنمو ثانية بصورة جيدة وقد تعود ثانية الى الرقاد ولكن بنسبة بسيطة.

الوقاية:- يمكن تجنب حدوث الرقاد بالابتعاد عن اسباب المرض المذكورة سابقاً.

استجابة النبات الى الفترات الضوئية
Photoperiodism

سبق وأن ذكرنا فى بداية هذا الفصل أن النباتات تقسم الى ثلاثة أقسام بالنسبة لاستجابتها لطول الفترة الضوئية وهى ١- نباتات النهار الطويل ٢- نباتات النهار القصير ٣- نباتات معتدلة.

يهمنا ونحن نبحث فى علم امراض النبات غير الطفيلية أو الأمراض الفسيولوجية أن نحاول تفسير أية ظاهرة غير طبيعية تبدو على النبات (مرض) وهذا الذى حدى بنا لنتطرق الى هذا الموضوع مع العلم أنه مشروح باسهاب كبير فى كتب فسيولوجيا النبات وسوف نأخذ منه مايفى بالغرض مما قل ودل.

إن طول النهار يعتبر من العوامل الهامة التى تؤثر فى طبيعة توزيع النباتات فى المناطق المختلفة من العالم. فمثلاً اذا كانت فترة الأضاءة اليومية قصيرة جداً فى موسم النمو الذى تكون خلاله الرطوبة والحرارة عاملان يساعدان على النمو وتكوين الازهار وإنتاج الثمار والبذور لنباتات معينة، فان هذه النباتات تزهر فى هذه المنطقة وتحت نفس الظروف وكذلك بالنسبة لطول الفترة الضوئية. إن إختلاف طول الفترة الضوئية يؤثر على تكوين الازهار وإنتاج الثمار والبذور.

إن تكوين الازهار والثمار يمكن أن يُثَبط أو يُسرع وذلك حسب أنواع التحورات فى النموات الخضرية والتى تكون إما عملاقة وهنا يقل تكوين الازهار والثمار واما أن تكون متقزمة وهنا تسرع فى تكوين الازهار والثمار. إن تكوين وتخزين المواد الغذائية فى اماكن التخزين مثل البصيلات، الدرنات والجذور يمكن أن تثبط أو تضعف كثيراً نظراً لاختلاف الفترة الضوئية التى يحتاجها النبات عن التى هو معرض لها. يحدث هناك تغيراً فى الصفات التشريحية فى الأوراق وفى بعض الاعضاء الاخرى. كذلك ينخفض إنتاج الالياف وتكون نسبة الازهار المؤنثة الى المذكرة مختلفة فى بعض النباتات عنه فى الحالة الطبيعية وفى بعض حالات ذكرت أنه يتغير جنس النبات كما يحدث فى نبات القنب.

فى بعض النباتات المزروعة قد تكون الغاية النهائية من الزراعة هو الحصول على نموات خضرية غضة كثيرة أو نموات عملاقة بدون الحاجة الى تكوين ازهار أو ثمار وفى هذه الحالة فان إختلاف الفترة الضوئية يكون مرغوباً وليس ضاراً إقتصادياً. اما فى بعض النباتات الاخرى فتكون الغاية النهائية لزراعتها هو الحصول على الازهار والثمار وذلك لقيمتها التسويقية وهنا يحدث الضرر من إختلاف الفترة الضوئية. هناك بعض الأمثلة على إختلاف مدة الاضاءة والاضرار التى تسببها مثال ذلك :-

إن زراعة بعض النباتات مثل السبانخ فى اوائل الربيع فانها تنبت وتعطى نموات جيدة وقوية متوردة ويتأخر ازهارها ولكن عند زراعتها فى أواخر الربيع أو فى الصيف فانها تعطى نموات خضرية ضعيفة وسرعان ماتعطى شماريخ زهرية. مع أن للحرارة تأثير كبير فى جميع مراحل نمو النبات الا أنها فى هذه الحالة ليس لها دور وإنما الدور الفعال هو لطول فترة الاضاءة.

كذلك بالنسبة لنباتات القمح اذا زرعت فى أوائل الربيع أو الصيف فانها تنمو وتعطى نموات قوية ولكنها لاتكوّن سنابل الا إذا بقيت فى التربة الى السنة التالية وتمر فى فترة اضاءة قصيرة فعندها تعطى سنابل.

وجد أيضاً أن نباتات الدخان المزروعة تحت ظروف بيئية مناسبة ولكن فترة الاضاءة طويلة (اوائل الصيف) فان النبات يعطى نموات خضرية كثيرة حوالى ١٠٠ ورقة، وهو على هذه الصفة يكون مرغوباً فيه لأنه يعطى طاقة إنتاجية عالية، الا أنه لايعطى ازهاراً او براعم زهرية الا متأخراً جداً وبالتالى لايتكون بنور (بسبب طول الفترة الضوئية)، ولكن اذا أخذت هذه النباتات ووضعت فى الصوبا الزجاجية على فترة إضاءة عشرة ساعات فان النباتات تعطى ازهاراً وثماراً وبنوراً.

إن البصل من النباتات الحساسة جداً لطول فترة الاضاءة، فاذا زرعت النباتات فى بيئات ذات نهار طويل فانها تفشل فى اعطاء أبصال او إعطاء شماريخ زهرية بل تستمر فى نمو خضرى.

ثانياً: البرق Lightning

تنشأ صواعق البرق من كتل السحاب المكفهر والتى فيها كميات كبيرة من الايونات السالبة الشحنة على سطحها السفلى، كما وأن الارض التى تقع تحت هذه السحب مباشرة تميل لأن تجعل هذه السحب أقل كمية فى الايونات السالبة وبالتالى يحدث تفريغ كهربائى بين السحب المشحونة والأرض عندما يكون الفرق فى الجهد بينهما حوالى (١٠ - ١٠٠) مليون فولت ويمكن أن تستبعد كفاءة عزل الهواء وتنطلق الالكترونات بين السحب والارض على شكل صاعقة برق. فى الحقيقة فان صاعقة واحدة يمكن أن تتكون من عدة تفريغات كهربائية جميعها تحدث خلال أجزاء من الثانية. تكون معظم الطاقة الناتجة من صاعقة البرق (٧٥٪ منها) منتشراً على شكل حرارة. تصل درجة الحرارة فى مجرى صاعقة البرق حوالى ١٥٠٠٠ م وذلك حسب ماذكره (Parker 1965).

كثيراً ما تتأثر الأشجار بصواعق البرق وذلك لأنها الغطاء الخارجى والمغلف لسطح الأرض والتى تكون موصلة جيدة للكهرباء عندما تكون رطبة فى أيام الشتاء. مع أن معظم صواعق البرق تقع على الأشجار، الا أن هناك كثيراً من النباتات الحولية تتضرر من تلك الصواعق.

تختلف الاضرار التى يسببها البرق إختلافات واضحة وتأخذ اشكالاً مختلفة كما يلى :-

١ - لايحدث ضرر واضح. فى هذه الحالة فان البرق يمر الى أسفل الشجرة دون أن يسبب ضرر واضح وهذا من المفترض أن يكون الاكثر شيوعاً عندما يكون قلف الشجرة مشبع تماماً بالمطر ورطب وبالتالى يسمح للشحنة لأن تمر الى أسفل خارج الشجرة بدون أى ضرر (Orville 1968).

٢ - الندبة Scar :- اذا حدث وأن اخترق البرق الشجرة بالقرب من الكامبيوم فان القلف يتمزق ويحدث فيه ثلم بعرض عدة إنشات الى أسفل الشجرة. يمكن أن تكون هذه الندبة على شكل لولبى فى الأشجار ذات الحبيبات الخشبية اللولبية. اذا ما إخترقت صاعقة البرق ساق الشجرة الى مسافة أعمق فانه يتكون ثلم مشرشر وهذا المظهر يختلف عن الثلم المتكون بواسطة اضرار الصقيع او الجفاف بحيث يكون الثلم هنا غير ناعم ولكنه

نظيف. يمكن أن تسير الصاعقة عبر جذر واحد من جذور الشجرة وفى هذه الحالة تنكشف جذور الشجرة وتبتعد عنها حبيبات التربة وتتعرض للجو الخارجى.

٣ - تحطيم الجذع Trunk shatter. إذا ماكانت الصاعقة قد عملت تفريغاً عميقاً فى الساق فان الرطوبة التى فى الخشب تتحول الى بخار مؤدية الى إنفجار يحطم الساق.

بالنسبة لحساسية الأشجار لصاعقة البرق وجد أن البلوط، الدردار، الحور والصنوبر من بين أكثر الأشجار تأثراً وحساسية للبرق أثناء وجودها فى الغابة. ومن ناحية أخرى وجد أن الزان أكثر الأشجار تحملاً لاضرار البرق ويبدو أن هذا النوع من الأشجار يهرب من الاصابة بالبرق نظراً لنعومة القلف والذى عندما يكون رطباً فانه يوصل التيار الكهربائى الى الخارج دون حدوث اضرار للشجرة (Peace 1962).

إن النباتات الاكثر عصارية مثل الطماطم، البطاطس، الكرز ومجموعة نباتات العائلة الصليبية تتأثر بسهولة بصاعقة البرق ويظهر عليها مايسمى بتبقع البرق Lightning Spots فى الحقول حيث أن هذه الظاهرة منتشرة فى الحقول.

لاتكون اضرار الصاعقة ظاهرة على النباتات الا بعد بضع أسابيع من وقوعها، بعد ذلك تصبح الاضرار واضحة على شكل بقع دائرية جافة عارية والتى بواسطتها تموت معظم او كل النباتات تقريباً. وفيما يلى وصفاً تفصيلياً لاعراض صواعق البرق على بعض النباتات.

ا - اضرار البرق على أشجار الغابات :-

لايظهر على الأشجار المصابة اضراراً موضعية ولكنها تموت فى دائرة قطرها ٢٥ قدم بحيث تكون الصاعقة فى مركز الدائرة. لقد إفترض أن موت هذا العدد من الأشجار يرجع الى مايسمى رش البرق (Lightning Spray) والذى فيها يتوزع البرق على شكل عدة أفرع من الأشعة القاتلة. يمكن للتيار الكهربائى المتكون من الصاعقة أن يدخل الى الأشجار عن طريق الأرض حيث تنتقل الشحنة الكهربائية من الارض الى الجذور ومن الجذور الى أعلى وتقتل الساق والأفرع الكبيرة والاوراق. قد يكون هذا متبوعاً بانسلاخ القلف عن أجزاء من الأشجار. يحدث تشقق فى الأفرع الكبيرة وينفلق الخشب ويتشقق. لقد وجد فى بعض غابات

الصنوبر أن دائرة قطرها حوالى ١٠٠ قدم ماتت جميع الأشجار الصغيرة التى فيها. كانت الأشجار الميتة تتكون اساساً من الصنوبر ذو الورقة الطويلة (سمك ساق الشجرة ١ - ٢.٥ إنش) على ارتفاع ١٥ قدم وكان الموت مفاجئ بحيث أن الأوراق الإبرية الميتة بقيت معلقة على الشجرة.

وجد فى بعض الابحاث أن الشحنة الكهربائية تمر من الشجرة خلال طبقة الكامبيوم حيث أنه أفضل موصل. ترتفع درجة الحرارة فوراً، تتبخر محتويات الخلية، ينفجر القلف ويتشقق الخشب على طول أضعف المناطق وهذا يعتمد على تركيب الخشب. يسير الانفجار طولياً مع الكامبيوم أكثر منه عرضياً فى الخشب. يمكن أن تسير الشحنة الى أعلى الشجرة أو الى أسفل.

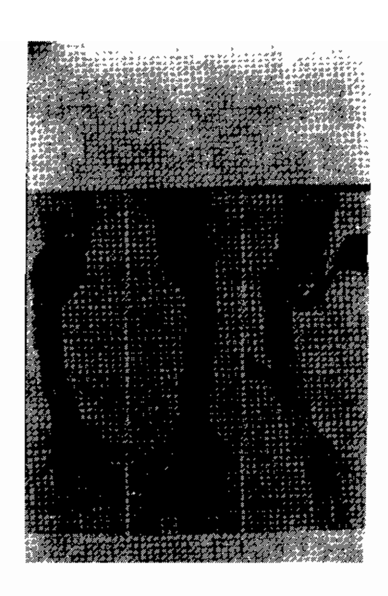
٢ - اضرار البرق على الأنواع النباتية العشبية

نظراً لأن النباتات العشبية تفتقر الى ميكانيكية الانفجار او الإنشقاق التى تتميز بها النباتات الخشبية، فان الاعراض هنا تكون بشكل عام عبارة عن ذبول وإنهيار شبيه بأعراض الجفاف. إن المنطقة التى تحدث فيها الاضرار تميل لأن تكون دائرية بسبب الاشعاعات المنطلقة من التيار المميت خلال سطح التربة. يعتمد حجم المنطقة على نوع التربة وصفات الغطاء النباتى ومقدرته على توصيل التيار الكهربائى. إذا كانت التربة جافة تكون المساحة المتضررة قليلة واذا كانت التربة رطبة فتصل المساحة الى حوالى ٥٠ قدم مربع أو أكثر.

لقد ذكر أن البرق يكون أكثر ضرراً على المحاصيل الحولية الاكثر عصارية مثل الطماطم، البطاطس، والكرنب. لاتكون اضرار البرق دائماً فورية وواضحة. احياناً تتدهور حالة النباتات أو تموت تدريجياً خلال اسابيع وبمرور الوقت تصبح الاعراض واضحة ومن السهولة بمكان أن يكون هناك خلطاً بين أعراض البرق واعراض الاصابة بالكائنات المرضة وفيما يلى الاعراض بالتفصيل على بعض النباتات.

ا - الكرنب:-

يمكن أن تكون الشحنة الكهربائية التى فى السحب عند تفريغها مع سطح الأرض منخفضة لدرجة أنها تسبب اضراراً لنباتات الكرنب دون أن تسبب موتها، تدخل الشحنة الساق على مستوى سطح التربة وتسبب اضراراً بسيطة لقشرة النبات والحلقة الوعائية ولكنها تخترق الأنسجة الاكثر عصارية مثل النخاع والذى يشكل نسبة كبيرة من النبات. تقتل خلايا النخاع لمسافة فوق وتحت نقطة الاختراق (شكل ٤٩). ولايلبث أن يتشكل تجويفاً فى منطقة الاصابة محاطاً ببطانة سوداء بنية مكونة من خلايا النبات التى جفت والتى تحطمت بواسطة فعل الانزيمات خلال وبعد عملية التفريغ الكهربائى. يحدث سلسلة من بعض العمليات الفسيولوجية فى النبات مثل إنطلاق بعض منظمات النمو والتى تشجع تكشف بعض الجذور العرضية من المحيط الداخلى فى الحلقة الوعائية واعداداً لاتحصى من الجذيرات يمكن أن تملأ مركز التجويف الذى تكون. يحدث تكون كالوس فوق القناة الناشئة من التفريغ الكهربائى وفى نفس الوقت فوق الأنسجة السليمة فى القشرة ويحدث اضطرابات فى نمو النبات وباتجاه غير طبيعى من حيث البراعم الساكنة وندب الاوراق فوق وتحت منطقة الكالوس، يتكون جذور عرضية فى ندب الأوراق.



شكل رقم ٤٩: أضرار البرق على الكرنب. A: تظهر أنسجة الكالوس على الساق بمستوى سطح التربة. B: الشقوق التي تمر منها الشحنة وظهور الحلقة الومائية. C: البراعم الساكنة تنبهت واعطت نموات. الصورة مأخوذة من كتاب J. C. Walker، ١٩٦٩.

ب - الطماطم:-

تظهر أعراض الاصابة على نباتات الطماطم على شكل تدلى قمم الفروع ويحدث تجاويف مختلفة فى نخاع الساق. تجف بعض الأوراق وتنهار النباتات، تذبل قمم بعض الأوراق بعد عدة ساعات من حدوث التفريغ الكهربائى، ولكن بعض الاعراض الاخرى لاتظهر الا بعد عدة أيام. يتكون بقع صغيرة طولية أو دائرية مع ظهور مناطق محترقة أو ميتة ومتحللة غير منتظمة الشكل على الساق، الاوراق وعلى الثمار الموجودة فى المحيط الخارجى للنبات بالقرب من مكان التفريغ. يلاحظ إنخفاض بدرجات مختلفة فى نمو النبات. ترتفع درجة الحرارة نتيجة التفريغ الكهربائى وبالتالى ترتفع حرارة النبات والنسج الداخلية للثمار وبالتالى تظهر الثمار وكأنها مطبوخة وتظهر سطوحها منقطة ذات بثرات تتحول فى النهاية الى اللون البنى الداكن. أحياناً يحدث تحلل داخلى فى الثمار عن طريق إنتقال الشحنة لها من الجذور الى حامل الثمرة، قد يمتد هذا التحلل ويظهر على السطح.

جـ - البطاطس :-

تظهر الاعراض على نباتات البطاطس بحيث تنوى النباتات من أعلى الى أسفل. تحدث اكبر كمية من الاضرار فى منطقة حدوث التفريغ حيث تموت النباتات. بجانب النباتات التى تموت مباشرة يظهر درجات مختلفة من إنهيار النباتات الاخرى. تحدث اكثر الاضرار على الساق ويتضرر نخاع الساق، قد تموت الاوراق ولكن نسبة كبيرة منها تبقى حية. أما على الدرنات فيحدث فيها إنفجار وتشقق ويظهر فيها تحللات داخلية بنية تشبه الاعراض المذكورة فى ثمار نباتات الطماطم. يظهر على الدرنات من الخارج مناطق داكنة غائرة مختلفة الاحجام. احياناً يظهر تكسرات فى نهايات البراعم نتيجة لظهور تشققات فى الجلد. عند عمل مقاطع عرضية فى الساق يظهر أن النخاع والخلايا البرانشيمية منهارة فى المناطق المتضررة مع أن الأنسجة الوعائية تتميز بانها تبقى سليمة، هذه الصفة تميز اضرار البرق وتساعد فى التمييز بينها وبين أعراض الاصابة بفطريات الذبول الوعائى.

د - فول الصويا :-

اما أعراض الاصابة على نباتات فول الصويا فتتميز بان تكون السيقان مسودة والاوراق ملفوحة على النباتات المزروعة فى دائرة قطرها ٤٠ - ٥٠ قدم. ولقد ذكر أن البرق جعل النباتات راقدة على الأرض بنفس الطريقة التى تحدثها العواصف الهوائية وهذا يؤدى الى خفض نمو النباتات التى تبقى حية بعد ذلك وينخفض إنتاجها.

هـ - القطن :-

تكون أعراض البرق على القطن بان ينخفض إنتاج النباتات المصابة ويقل نموها الخضرى. تظهر اولى أعراض الانهيار على نخاع الساق، يتحول الى اللون البنى ثم يموت، بعد ذلك تذبل اوراق النباتات، تموت وتسود. تتحول لوزات القطن الى اللون الباهت، الاصفر، وتجف وتسقط. اللوزات التى لم تسقط تفشل فى أن تتفتح. النباتات البعيدة عن منطقة التفريغ الكهربائى خارج دائرة قطرها ٥٠ قدم تتصلب اوراقها وتبقى متماسكة لعدة أيام أو أسابيع ولكن بالتدريج يتغير لونها الى الاصفر ثم الأحمر الاجورى وأخيراً تسود الأنسجة وتموت. تظهر الأنسجة الوعائية وكأنها مصابة بفطريات الذبول.

و: العنب والموز :-

تنهار نباتات العنب، يحدث تحلل داخلي للنخاع في الساق. يحدث اضراراً للموز في مساحات كبيرة قد تصل الى دوائر قطرها ٦٠ قدم. تلتف النباتات، تنهار وتسمط بالقرب من مكان حدوث التفريغ الكهربائي. تظهر الأوراق وكأنها مطبوخة ثم تتدلى. يمتد التحلل الى أسفل داخلياً في الجذع الى الرايزوم. ينتقل الضرر عبر التربة الى النموات الحديثة.

ز: الحمضيات :-

يظهر على قلف الأفرع الصغيرة والاغصان بطش صفراء مخضرة الى صفراء وتكون لامعة ذات أشكال مختلفة قد يكون طولها ٦ - ١٠٠ ملم (شكل ٥٠) أخيراً تصبح البطش مفتوحة ومشققة وذات لون بني مصفر واخيراً يتشقق القلف الى أشرطة طوليه تنفصل عن الساق تاركة ندب كبيره واضحة على الساق. لاتظهر مثل هذه الاعراض على الاشواك والعقد. يمكن أن يقتل القلف لغاية الخشب ويمكن أن تقتل طبقة غير سميكة منه. تدخل فطريات كثيرة من هذه الشقوق وقد تصل من خلالها الى جذور الشجرة، حيث أن البرق يميت القلف الى قرب سطح التربة. وقد يحدث تحليق لساق الشجرة اذا حدث التفريغ في التربة قرب سيقان الأشجار.



شكل رقم ٥٠: أضرار البرق على الحمضيات. يظهر على الشمال برتقال حلو مطعوم على برتقال حامض. اما في الوسط أجزاء خضراء تضررت من البرق. في اليمين أضرار البرق على تاج الشجرة.

مراجع مختارة للحرارة

Anderson, E. M., 1946. Tipburn of lettuce. *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta.* Bull. 829, 14 pp.

Benda, G. T. A., 1962. Heat-induced variegation, a model disease. *Phytopathol.* 52 : 1307 - 1308.

Gates, D. M., 1965. Heat transfer in plants. *Sci. Amer.* 213 : 76 - 84.

Goodin, J. R., R. M. Hoover, and G. F. Worker, Jr., 1966. High temperature effects on sugar beet germination. *Calif. Agr.* 20 : 14 - 15.

Harvey, R. B., 1923. Condition for heaat canker and sunscald in plants. *Minn.* Hort. 51 : 333 - 334.

---------------, 1924. Sunscald of tomatoes. *Minn. Stud. Plant Sci., Stud.* Biol. *Sci.* 5 : 229 - 234.

---------------, 1925. Conditions for heat canker and sunscald in plants. *J Forest.* 23 : 392 - 394.

Ivanoff, S. S., 1938. "Onion blight" *Annu. Rep.* pp. 260 - 261.

Lipton, W. J. 1963. Influence of maximum air tempaeraature during growth on the occurrence of russet spotting in head lettuce. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 83 : 590 - 595.

Lutman, B. F., 1919. Tip burn of potato and other plants. *Vermont Agr. Exp. Sta. Bull.* 214.

MacMillan, H. G., 1923. The cause of sunscald of beans. *Phytopatol.* 13 : 376 - 380.

Mckay, R., 1940. Heat canker of flax. *J. Dept. Agr. Eire* 37 : 383 - 386.

Weintraub, M., and V. T. John, 1966. Cytological abnormalities induced by high temperatures in Tobacco. *Phytopathol.* 56 : 705 - 709.

Low Temperature

Barnard, J. E., and W. W. Ward, 1965. Low temperature and bole canker of sugar male. *Forest. Sci* 11 : 59 - 65.

Campbell, T. E., 1955. Freeze damages shortleaf pine flower. J. *Forest.* 53 : 452.

Clarke, W. S., Jr., 1946. Effects of low temperatures on the vegetation of the Barrens in central Pennsylvania. *Ecology.* 27 : 188 - 189.

Daubenmire, R., 1956. Climate as a determinant of vegetation distribution in eastern Washington and northern Idaho. *Eco. Monagr.* 26 : 131 - 154.

Fergus, C. L., 1956. Frost cracks on oak. *Phytopathol.* 46 : 297.

Gigante, R., 1946. Laciniation of peach leaves caused by cold. *Boll. Staz Pat Beg. Rono.* 20 : 125 - 136.

Hubert, E. E., 1930. Forest - tree diseases caused by meteorological conditions. *U. S. Mon. Weather Rev.* 58 : 455 - 459.

Jones, F. R., 1928. Winter injury of alfalfa. *Z. Agr. Res.* 37 : 189 - 211.

Kozlowski, T. T., 1962. Daily radial growth of oak in relation to maximum and minimum temperature. *Bot. Gaz.* 124 : 9 - 17.

Mowry, J. B., 1964. Seasonal variation in cold hardiness of flower buds on 91 peach varieties. *Proc. Amer. Soc. Hort.* Sci. 85 : 118 - 127.

Pedersen, Arthur, 1953. Frost damaage in the pine forest. *Carib. Forest.* 14 : 93 - 96.

Perry, T. O., and G. W. Baldwin, 1966. Winter breakdown of the photosynthetic apparatus of evergreen species. *Forest Sci.* 12 : 298 - 300.

Phillips, F. J., 1947. Effect of a late spring frost in the southwest. *Forest. Irrig.* 13 : 484 - 492.

Shreve, F., 1914. The role of winter temperature in determining the distribution of plants. *Amer. j. Bot.* 1 : 194 - 202.

Simons, R. K., and R. V. Loss, 1963. The morphological and anatomical development of apples injured by late spring frosts. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 83 : 88 - 100.

Studhalter, R. A., 1942. Apparatus for the production of artificial frost injury in the branches of living trees. *Science* 96 : 165.

Troshin, A. S. (ed.), 1967. "The cell and environmental temperature" pergamon Press, Oxford, 462 pp.

Wagener, W. W., 1949 Top dying of conifers from sudden cold. *J. Forest* 47 : 49 - 53.

Wierenga, P. J., and R. M. hagan, 1966. Effects of cold irrigation water on soil temperature and crop growth. *Calif. Agr.* 20 : 14 - 16.

التجمد

Hilborn, M. T., and R. Bonde. 1942. Anew form of low - temperature injury in potatoes. *Amer. Potato J.* 19 : 24 - 29.

Holbert, J. R., and W. L. Burlison. 1929. Studies of cold resistance and susceptibility in corn. *Phytopatol.* 19 : 105 - 106.

Jones, L. R. *et al.* 1919. Frost necrosis of potato tubers. *Wis. Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* 46.

Rose, D. H., *et al.* 1944. Freezing injury of fruits and vegetables *U. S. Dep. Agr. Circ.* 713.

Sprague, M. A., and L. F. Graber. 1943. Ice sheet injury to alfalfa. *J. Amer. Soc. Agron.* 35 : 881 - 894.

Walker, J. C. 1939. Freezing injury to canning peas. *Phytopathol.* 29 : 188 - 194.

Wright. R. C. 1937. The freezing temperature of some fruits, vegetables and florists. stocks. *U. S. Dep. Agr. Circ.* 447.

-------------- and H. G. Diehl. 1927. Freezing injury to potatoes. *Ibid.* 27.

البَرَدْ

Curtis, J. D., 1936. Snow damage in plantations. *J. Forest.* 34 : 613 - 19.

Hawthorn, L. R., 1943. Simulated hail injury on yellow Bermuda onions. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 43 : 265 - 271.

Littlefield, L. J., 1964. Effects of hail damage on yield and stalk rot infection in corn. *Plant Dis Rep.* 48 : 169 - 170.

Marsden, D. H., 1951. Hail injury to trees. *Trees* 12, 2 pp.

Riley, C. G. 1953. Hail damage in forest staands. *Forest Chron.* 29 : 139 - 143.

الثلج، الجليد

Beard, J. B., 1964. Effects of ice, snow and water covers on Kentucky bluegrass, annual bluegrass and creeping bentgrass. *Crop Sci.* 4 : 638 - 640.

Duterme, C. J., 1965. Snow damage in pine stands. *Bull. Soc. Forest. Belg.* 72 : 167 - 170.

الضوء

Eisenbud, Merril, 1964 "Environmental radiation" McGraw-Hill, New York 430 pp.

Hillman, W. S., 1956. Injury of tomato plants by continuous light and unfavorable photoperiodic cycles. *Amer. J. Bot.* 43 : 89 - 96.

MacMillan, G. H., 1923. Cause of sunscald of beans. *Phytopathol.* 13 : 376 - 380.

Shirley, H. L., 1929. The influence of light intensity and light quality upon the growth of plants. *Amer. J. Bot.* 16 : 354 - 390.

Strothman, R. O., 1967. The influence of light and moisture on the growth of red pine seedlings in Minnesota. *Forest Sci.* 13 : 183 - 191.

البرق

Adam, D. B. 1938. The injury of grapevines by lightning strike. J. *Austral. Inst. Agr. Sci.* 4 : 162 - 164.

Brown, H. D., and M. W. Gardner. 1923. Lightning injury to tomatoes. *Phytopathol.* 13 : 147.

Burr, S. 1933. Lightning injury to potatoes. *Gard. Chron.* 94 : 48.

Jones, L. R. 1917. Lightning injury to kale. *Phytopathol.* 7 : 140 - 142.

-------------- and W. W. Gilbert. 1915. Lightning injury to potato and cotton plants. *Ibid.* 5 : 94 - 102.

-------------- and -------------- 1918. Lightning injury to herbaceous plants. Ibid 8 : 270 - 282.

Munn, M. T. 1915. Lightning injury to onion. *Ibid* 5 : 197.

Orton, C. R. 1921. Lightning injury to potaato and cabbage. *Ibid.* 11 : 96 - 98.

Reinking, O. A., 1938. Lightning injury in banana plantation. *Phytopathol.* 28 : 224.

Rhoads, A. S., 1943. Lightning injury to pine and oak trees in Florida. *Plant Dis.* Rep. 27 : 556 - 557.

Smith, A. L., 1943. Lightning injury to cotton. Phytopathol. 33 : 150 - 155.

Thompson, A. R., 1943. Lightning - struck tree survey. *Proc. 19th Nat. Shade Tree* Conf. 34 - 41.

Wadsworth, F. H., 1943. Lightning damage in ponderosa pine stands of northern Arizona. *J. Forest.* 41 : 684. - 5.

الباب الثالث

العوامل الزراعية

Cultivating Factors



الباب الثالث

العوامل الزراعية

Cultivating Factors

مقدمة :

إن المعاملات الزراعية التي تجري على المحاصيل لكى تحفظها وتقلل من الخسائر التي قد تصيبها نتيجة مهاجمتها من قبل الأمراض أو الحشرات أو الآفات الأخرى، تكون أحياناً وسيلة لإنتاج أضرار على النباتات تشبه أضرار الأمراض والآفات. عند معاملة البذور أو النباتات إما بالمبيدات الفطرية أو المبيدات الحشرية، رشاً أو تعفيراً، تبليل أو تبخير فان العناصر الكيماوية أو المركبات الكيماوية المستعملة تكون سامة للفطريات، البكتيريا أو الحشرات وإن نفس هذه الكيماويات قد تكون سامة أو تسبب تأثيرات ضارة على المحاصيل النباتية أو المنتجات الزراعية التجارية.

لقد وجد أن العناصر الأساسية والمواد الأولية المستعملة في مقاومة الآفات الزراعية لها تأثير ضار إذا استعملت استعمالاً خاطئاً. إن اكتشاف هذه الأضرار الناتجة عن مواد المقاومة الكيماوية يتطلب إتصالاً دائماً بين المزارع والمزروعات وذلك حتى يستطيع اكتشاف المواد التي لها تأثيرات سيئة والمواطن التي تظهر فيها تأثيراتها السيئة والأوضاع التى تنتج عنها السمية مثل زيادة تركيز المواد، وجود نباتات حساسة لهذه المواد، درجات الحرارة أثناء استعمال هذه المواد، عمر النبات أو العضو النباتي، قوة أو ضعف النبات أثناء استعمال هذه المواد، تأثير خلط المواد الكيماوية المستعملة مع بعضها البعض.

لهذه الأسباب يجب أن تباع المواد الكيماوية التى يراد استعمالها على النباتات ومعها بطاقات إرشادية تتضمن جميع الصفات والاستعمالات والاحتياطات اللازم إتباعها عند التطبيق والمواد الكيماوية التي يمكن أن تخلط بها.

هناك بعض الأخطار تحدث أيضاً عند استعمال المبيدات، فقد ينجح مبيد في مقاومة بعض الآفات الزراعية في بلد أوروبى أو في أمريكا تحت ظروف معينة لا تتوفر هذه الظروف في بلد آخر التي تأخذ هذا المبيد وتستعمله وهنا تقع الكارثة والضرر من استعمال المبيد، فيجب عدم استيراد المبيد أو استعماله قبل اجراء التجارب الحقلية عليه في البلدان المستوردة له. كذلك فان هناك سلالات من الكائنات المرضة تستجيب للمعاملة ببعض المواد الكيماوية، قد لا توجد نفس هذه السلالات في بلدان أخرى فيكون استعمال المبيد فى هذه البلدان لا فائدة منه بل يكون ضاراً للنبات.

كذلك أيضاً فان من العوامل الزراعية التي تسبب أضراراً للنبات، عمليات التبريد أثناء الشحن وتسويق المحصول، الأضرار الميكانيكية التي تحدث للمحصول أثناء الجمع أو الحصاد.

الأضرار الناتجة عن معاملة البذور والمجموع الخضري

أولاً : الأضرار الناتجة عن تطهير البذور

Injuries From Seed Disinfection

إن النجاح في استعمال الكيماويات السامة للأمراض أو الآفات يعتمد على إختيار المركبات التي تتصف بقدرتها على التأثير على الكائنات المرضة، تثبط نموها أو تقتلها خارجياً (قبل أن تصل إلى البذور) بدون أن تسبب أضراراً خطيرة على البادرات التي تتطفل عليها.

١ - الأضرار الناتجة عن استعمال الماء الساخن :

هناك كثيراً من المتطفلات التي تهاجم نباتات المحاصيل، هي كائنات كامنة في البذور Seed borne وتكون محمولة إما في أو على البذور. إن أمراض التفحمات في محاصيل الغلال (الحبوب) والتي ينتقل معظمها عن طريق الحبوب أصبحت واسعة الإنتشار في مناطق كثيرة، وبالتالي فان معاملة الحبوب أو البذور بالماء الساخن لقتل الطفيل أصبح عملية شائعة

في كثير من البلدان. إن استعمال الماء الساخن طريقة قديمة تستعمل لقتل الكائن الممرض الكامن في الحبة، وإن كانت هذه الطريقة قد استبعدت إلى حد ما، إلا أن هناك بعض المناطق تستعمل طريقة الماء الساخن لقتل الطفيل. تستعمل طريقة الماء الساخن لقتل فطر التفحم السائب في القمح والشعير والذي يكون فيه فطر التفحم طفيل داخلي موجود على شكل ميسيليوم كامن في الحبة.

إن طريقة استعمال الماء الساخن المعدلة والمستعملة مع حبوب القمح قد ذكر بأنها تسبب أضراراً للحبوب إلى حد ما، عندما تعرض الحبة لفعل الماء الساخن لمدة كافية لقتل الميسيليوم الداخلي لفطر التفحم السائب (١٠ دقائق على ٥٤م والمتوسط ٥٢م – ٥٥م). إن الأضرار الناتجة على الحبوب من هذه المعاملة يمكن تلخيصها بالآتي :

أ – خفض نسبة الانبات في الحبوب. تنخفض نسبة الانبات من ٨٧.٦ – ٥٢.٧٪.

ب – تعطي بعض الحبوب نباتات غير طبيعية وبادرات مغزلية صغيرة.

جـ – خفض في عدد البادرات الظاهرة فوق سطح التربة وحدوث نمو بطيء أثناء طور البادرة.

د – ظهور إشطاءات قليلة وقليل من السنابل وينخفض الانتاج.

لقد تبين أن هذه الأضرار ترجع إلى التأثير الفيزيائي للماء الساخن على غطاء الحبة، وأن الحبة المعاملة بالماء الساخن والتي لم يحدث بها شقوق أو تكسير في الغلاف أعطت نسبة إنبات مساوية تقريباً للبذور التي لم تعامل بالماء الساخن. إن الأضرار التي تقع على غلاف البذرة تعود بشكل كبير إلى الأضرار التي تصيب الحبوب أثناء الحصاد والدرس، وهذه تختلف حسب نوع النبات. إن حدوث فترة جفاف أثناء الحصاد والدرس وسرعة دوران اسطوانة الحصادة، كل ذلك يؤدي إلى أحداث أضرار لغلاف الحبة مما ينعكس عليها عند استعمال الماء الساخن. تكون أضرار الحصاد والدراس على الحبة قليلة إذا كانت من جهة الاندوسبيرم أما إذا كانت من جهة الجنين فتكون الأضرار بالمعاملة بالماء الساخن أكثر، وبالتالي فان خفض نسبة الانبات من المعاملة بالماء الساخن لا يمكن تحديدها عملياً ولكن يمكن أن تحدد بالنسبة لكل كمية من الحبوب. إن أية طريقة تؤدي إلى أحداث أضرار في غلاف الحبة فانها تؤدي إلى زيادة أضرار المعاملة بالماء الساخن.

٣ - الأضرار الناتجة عن استعمال كبريتات النحاس :

بالنسبة للأمراض التي تصيب النجيليات والتي يكون فيها الكائن المرض محمولاً على شكل جراثيم على سطح البذرة، تستعمل بعض المواد الكيماوية بشكل واسع بحيث تبلل البذور أو تعفر بالمادة الكيماوية أو تغلف البذور بالمادة السامة بشكل غطاء رقيق جداً من المادة الناعمة الكيماوية.

مع أن كبريتات النحاس كانت قد استعملت كمادة مثالية في تطهير البذور لعدة سنوات مضت خاصة في مقاومة تفحمات الحبوب، إلا أنه تبين أن إستعمال هذه المادة ذات التأثير القوي في مقاومة التفحمات أدى إلى حدوث تأثيرات ضارة في الحبوب. إن الأضرار الناتجة عن استعمال كبريتات النحاس كانت قد أخذت كمقاسات أو كوحدات قياسية للنسبة المئوية لخفض حيوية البذور، يعنى القابلية للانبات، والتي كثيراً من الأحيان تسبب خفض نسبة الانبات حوالي (٦٥ - ٤٠٪)، هذا يحدث إذا كانت المعاملة (١ باوند كبريتات نحاس تذاب في ٥ جالون ماء وتوضع فيها البذور لمدة (٥ - ١٠ دقائق).

لقد تبين أن التأثير السام للنحاس يسبب أيضاً خفضاً كبيراً في نمو النباتات عندما زرعت الحبوب المعاملة في الحقل وإن البادرات النامية أعطت تطورات غير طبيعية فأصبحت الساق الجنينية غير طبيعية مشوهة ومنحنية ونمو الجذور ضعيفاً، وكانت أكثر الأضرار حدوثاً في عدم مقدرة البادرات على الخروج فوق سطح التربة، ولكن البادرات التي أضيرت بعض الشيء استطاعت أن تستعيد قوتها وتستمر في النمو.

إن الأضرار التي تصيب البادرات نتيجة معاملة البذور بكبريتات النحاس تكون بسبب دخول كبريتات النحاس من خلال الشقوق أو الكسور وبالتالي فإنها تعمل مباشرة على جنين البادرة. تبين أن الشوفان أكثر حساسية لأضرار كبريتات النحاس من القمح والشعير وقد تبين أن زراعة القمح فوراً بعد المعاملة بكبريتات النحاس يؤدي إلى أحداث أكبر ضرر، ولكن تركه مدة ٢٨ يوم ليجف يقلل ضرر كبريتات النحاس كثيراً.

٣ - الأضرار الناتجة من استعمال الفورمالدهايد :

لقد اكتشف الفورمالدهايد سنة ١٨٦٧ من قبل العالم الألماني Hoffman، وكان أول استعمال له في أمريكا سنة ١٨٩٣ في معاملة بذور النجيليات، ولقد تبين فيما بعد أن للفورمالدهايد أضراراً كبيرة على البذور. يؤدي الفورمالدهايد إلى خفض نسبة الانبات ويزيد الضرر كلما تركنا البذور لتجف بعد معاملتها بالمادة الكيماوية. وجد أن المعاملة بالفورمالدهايد يؤخر ظهور البادرات فوق سطح التربة وتزداد مدة التأخير كلما كانت التربة جافة. ولقد تبين في بعض الأبحاث أن البارافورمالدهايد يتبخر ويتحطم إلى غاز الفورمالدهايد وهذا الغاز يتركز ويكون قريباً من البذرة ثم يخترقها ويدخل على شكل محلول في القشرة. إن سلوك البارافورمالدهايد يعتمد على الرطوبة الجوية.

لقد ذكرنا في حالة كبريتات النحاس أن الأضرار تزداد كلما كان هناك شقوقاً أو كسوراً في البذور وأن البذور السليمة لا تتضرر من استعمال كبريتات النحاس، ولكن هنا في حالة استعمال الفورمالدهايد فان البذور السليمة لا تكون خالية من الأضرار ولكن تكون نسبة الأضرار منخفضة عنها في البذور المجروحة أو المكسرة لأن إختراق الفورمالدهايد يتم عن طريق القشرة ولا يعتمد على الكسور. كذلك تكون الأضرار عالية إذا كانت درجة الحرارة منخفضة.

ثانياً : الأضرار الناتجة عن رش المجموع الخضري :

Injuries From Foliage Spraying.

إن إستعمال المبيدات الفطرية أو المبيدات الحشرية بتركيزات غير مناسبة أو في تركيب واتحادات غير مناسبة أو في أطور نمو وتكشف النبات غير مناسبة أو تحت ظروف جوية غير مناسبة، كل ذلك يسبب أضراراً كبيرة على معظم المحاصيل ونباتات الزينة التي تستعمل لوقايتها.

إن استعمال المركبات الكيماوية رشاً على المجموع الخضري أو الأجزاء الهوائية الأخرى من نباتات المحاصيل فإنها تسبب أنواعاً معينة من الأضرار. وبدون تخصيص لأنواع معينة من المبيدات فان التأثيرات الضارة التي تتبع الرش يمكن تلخيصها فيما يلي :

١ – أضرار على الأوراق : ظهور صبغات، تبقع، تثقب، احتراق، اصفرار، تشوه، سقوط الورقة... الخ.

٢ – أضرار على الفروع الصغيرة : تلونات مختلفة، تبقع، تقرحات، تصمغ، موت قمم (موت رجعي).

٣ – أضرار على الأزهار : لفحة الأزهار وسقوطها، عدم عقد الثمار.

٤ – أضرار على الثمار : ظهور صبغات غير عادية، تبقع، تلون خشن، تشوه، تقرح، احتراق، نقص في حجم الثمرة، سقوط الثمار وتحورات في التركيب.

٥ – أضرار عامة على كل النبات : موت النبات، اصفرار، تدلي الأغصان، تحلل وموت أجزاء معينة.

إن الأضرار المذكورة سابقاً لا تظهر كلها متتابعة نتيجة استعمال مبيد فطري معين على نبات معين، ولكن المحاصيل المختلفة سوف تسلك استجابات مختلفة في أوقات مختلفة. يجب أن نذكر هنا أن الأضرار المتوقع حدوثها تكون متشابهة جداً لتأثير الاصابة بالطفيليات التي يستعمل الرش للقضاء عليها أو منعها. وسوف نذكر إن شاء الله فيما يلي أضرار بعض المبيدات الفطرية والحشرية وغيرها.

I: أضرار المبيدات الفطرية

اولاً : الكبريت و مشتقاته :

أ – الكبريت Sulfur، (Sulphur)

عند البحث في أضرار المبيدات الفطرية على النباتات المستعملة عليها يجب التفريق بين ضررين هامين، أول هذين الضررين هو ما يسمى بالضرر الحاد والذي يتصف بظهور أنسجة ميتة في مواضع معينة من النبات حيث تبدو هذه الأنسجة ميتة ومتحللة ويشار إليها باسم (Scorch أو Burn) الاحتراق. والضرر الثاني المسمى الضرر المزمن والذي يشمل التغيرات الفسيولوجية في النبات والتي تسبب التقزم وسقوط الأوراق والثمار قبل تمام نموها أو

نضجها. مع ذلك فان هذا التمييز بين العرضين لا يكون دائماً محدد المعالم جيداً ومسموح به، لأنه في كثير من الحالات يكون هذان الضرران يصفان أعراض مرئية أخرى ليس لها علاقة باستجابة النبات للمواد الكيماوية.

إن الضرر الحاد الذي يتسبب عن استعمال الكبريت كمبيد فطري يكون نادراً في المناخات المعتدلة، ولكن في المناخات الحارة فان الكبريت يسبب احتراقاً شديداً عند استعماله على القرعيات لمقاومة أمراض البياض الدقيقي المتسبب عن الفطر *Erysiphe cichoracear-um* ولقد أمكن التغلب على هذه الظاهرة باستنباط أصناف مقاومة للكبريت. كذلك وجد أن أشجار التفاح المستعمل عليها الكبريت والنامية في مناطق نصف جافة يمكن أن يتكشف عليها بقعاً على خد الثمرة المواجه للشمس، وإن هذه البقع تسمى سمطة الشمس الكبريتية Sulphur sun scald. هناك أضراراً أخرى تظهر على ثمار الليمون (شكل ٥١) تكون بسبب رفع درجة الحرارة إلى النقطة الحرجة التي تتضرر عندها الثمار وذلك نتيجة لامتصاص ضوء الشمس.

ومن ناحية أخرى فان معدن الكبريت يكون مسئولاً حتى في الأجواء الحارة عن سقوط الثمار قبل نضجها أو تدليها والذي يسمى Sulphur-shy (رمي الكبريت). هناك أصنافاً من التفاح حساسة لهذا العرض وأخرى قليلة الحساسية. كذلك فان التأثير السام ينشأ أيضاً عندما تستعمل المبيدات الفطرية المحتوية علي كبريت خلال فترة التزهير. فقد وجد أن الكبريت المترسب على مياسم أزهار التفاح يثبط إنبات حبوب اللقاح وبالتالي يقلل من عقد الثمار. من المعروف أن الكبريت يحفظ النباتات المستعمل عليها من أضرار الكائنات المتطفلة عليها. لقد ذكر أيضاً أن الكبريت له تأثير نافع وهو التبكير في نضج الثمار مدة أسبوعين، وللكبريت فوائد أخرى كثيرة على النباتات المستعمل عليها لا مجال لذكرها الآن.

٢ - كبريت الجير Lime Sulphur

يحضر كبريت الجير باضافة الماء الساخن على مخلوط من الجير سريع الذوبان مع الكبريت. يستعمل هذا المخلوط بصفات معينة لمقاومة بعض الأمراض الفطرية ويوجد له بعض التأثيرات الضارة على النبات نتكلم عنها فيما يلي :

لكبريت الجير ضرران على النباتات المستعمل عليها وهما كما سبق وأن ذكرنا أعلاه التأثير الحاد والتأثير المزمن. أما التأثير الحاد فيأخذ شكل حروق، تلون بني على قمم وحواف الأوراق الحديثة وبعد ذلك يتكون بطشاً ميتة متحللة مرتبطة مع العروق الكبيرة في الأوراق المتقدمة في السن. عند استعمال كبريت الجير قبل طور الأزهار فانه يؤدي إلى وقف أو خفض نمو الأوراق بشكل كبير ويزيد من أضرار الصقيع، ولقد وجد أن الأشكال الذائبة من الكبريت كانت أكثر ضرراً من بقايا الرش المترسبة، وهذا يدل على أن أشكال الكبريت كانت هي المسبب الأساسي للضرر ومن الأفضل ترسيب كبريت الجير بكبريتات الحديدوز قبل الاستعمال. ولقد وجد أن كبريتد الهيدروجين هو العامل المسئول عن أضرار كبريت الجير.

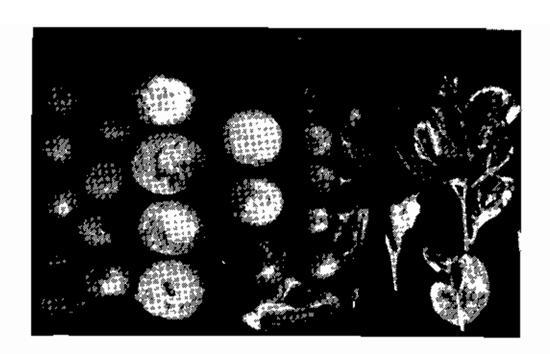
يسبب كبريت الجير أضراراً موضعية إما على المجموع الخضرى أو الثمار وتكون على شكل بقعاً واضحة مميزة وكذلك يسبب تساقط الثمار نتيجة لتداخله مع العمليات الفسيولوجية التي يقوم بها المجموع الخضري. في بعض النباتات يثبط النمو ويؤدي إلى خفض الانتاج بدون ظهور أعراض مرئية على المجموع الخضري. تظهر الأعراض على المجموع الخضري بعدة أشكال، أكثر هذه الأعراض شيوعاً هي ظهور بقع بنية داكنة على الأوراق أو احتراق القمم، هذا يحدث عندما تجف القطرات الصغيرة المعلقة على أطراف قمم الأوراق وبالتالي يتركز فيها المادة الفعالة. عندما تسقط البقع المتحللة يبقى مكانها ندباً هذه الندب تكون مدخلاً للحشرات والفطريات الضارة للنبات.

تكون أضرار كبريت الجير على التفاح مختلفة عنها في الخوخ حيث تكون في التفاح على شكل حروق في قمم وحواف الأوراق تظهر خلال يومين بعد المعاملة، أما على الخوخ فان الاعراض تحتاج إلى أسبوع لكي تظهر بعد المعاملة، وبعد ذلك تظهر بقع محددة ذات لون أخضر باهت بحواف بنية محمرة أو خضراء غامقة. في حالات التأثير الشديد فان الأعراض تشبه أعراض الاصابة بفطريات تبقع الأوراق، تسقط أجزاء الورقة المصابة تاركة الورقة مثقبة. مهما كانت الأضرار بسيطة إلا أنها تسبب سقوط أوراق الخوخ. تحت بعض الظروف فان رش الأجزاء الكامنة بكبريت الجير يسبب لها أضراراً.

لقد وجد أن استعمال مركبات الكبريت يؤدي إلى ما يسمى التلون الخشن على الثمار، وكما ذكر سابقاً فانه يسبب سمطة الشمس الكبريتية إذا استعمل في درجات حرارة عالية. تظهر الأعراض على الثمار على شكل مناطق دائرية إلى حد ما ذات لون بني باهت على وجه الثمرة المعرض لأشعة الشمس ونتيجة لموت الخلايا المبطنة لجلد الثمرة تصبح البقع أعمق ومسطحة أكثر ويمكن أن تكون غائرة وقد تصبح البقعة متقرحة أو مشققة. هذه الأعراض تكون واضحة في المناطق ذات الصيف الحار والمناطق الجافة. يسبب الرش بكبريت الجير تساقط الثمار وخفض حجم الثمرة بالنسبة للثمار التي استمرت لغاية آخر الموسم، وهذا يدل على أن المادة المستعملة قد أثرت على عملية التمثيل الضوئي. تظهر أعراض أضرار كبريت الجير بسرعة أكثر من أضرار محلول بوردو نظراً لأن المادة الفعالة في كبريت الجير CaS_5، CaS_4 تبقى لمدة قصيرة.

يبدو واضحاً أن أضرار كبريت الجير تكون في درجات الحرارة العالية وذلك بسبب سرعة تأكسد الكبريت وإنتاج إما حمض الكبريتيك أو حمض الكبريتوز. إن البقايا من كبريت الجير على الثمرة تعوق الأشعة وتزيد امتصاص الحرارة وهذا يعتمد على سمك هذه الطبقة، وبالتالي فإن رش الثمار يزيد درجة الحرارة أكثر منها في الثمار التي لم ترش لأن أنسجة الثمرة المرشوشة تصبح أعلى في حرارتها.

هناك أبحاث أجريت على استعمال كبريت الجير على التفاح، العنب والبطاطس والنباتات الحساسة الأخرى وجد أن كبريت الجير يخترق الثغور التي في سطح الورقة ويؤثر مباشرة على الكلوروفيل مسبباً التلون، وهذا يؤدي إلى إعاقة عملية التمثيل الضوئي وبالتالي تتأثر الثمار الصغيرة بالجوع وبهذا يمكن تفسير إختلاف حساسية النباتات لكبريت الجير وذلك حسب إختلاف نفاذية سطح الورقة.



شكل رقم ٥١: الأضرار المتسببة عن استعمال المبيدات الفطرية والحشرية المحتوية على مركبات الكبريت على الحمضيات. في الشمال تظهر أضرار كبريت الجير، في الوسط أضرار DN، اليمين أضرار استعمال أمونيوم بولي سلفايد.

ثانياً : النحاس ومشتقاته

١ - النحاس كمبيد فطري Cupper as a Fungicide

إن سمية مركبات النحاس الذائبة تستغل في استعمال النحاس كمبيد للحشائش ولكن المشتقات الأقل ذوباناً تستعمل كمبيدات فطرية على المجموع الخضري للنبات، من هنا تبدأ الأضرار في الظهور على النبات. تكون الأعراض في البداية على شكل بثرات أرجوانية صغيرة على الأوراق والثمار. على بعض النباتات مثل الخوخ وحشيشة الدينار تظهر الأعراض على شكل إنهيار الأنسجة المتضررة وظهور التثقب الخردقي (ثقوب في الورقة وكأنها مضروبة ببنادق الصيد) shot-hole. تموت البشرة على مناطق محددة في الثمرة، ينشأ على هذه المناطق فلين وتسمى التلون الخشن Russet، في حالات الضرر الشديدة يتبع ذلك تقرحات وتشوهات. إن الاعتقاد بأن النحاس الذائب هو العامل المسئول عن فعل النحاس الضار أدى إلى المحاولة لتقليل الضرر عن طريق اضافة مواد تثبط تكوين النحاس الذائب قبل عملية الرش. حتى عندما لا تُظهر عملية الرش بمركبات النحاس أضراراً ظاهرة فإنها تسبب تأثيرات فسيولوجية في النبات، من هذه التأثيرات التغيرات التي تحدث في عمليات النتح والتمثيل الغذائي. قد تسقط الأوراق المرشوشة بالمبيد الفطري ونتيجة لزيادة النتح يزداد فقد الماء وهذا يؤدي إلى موت الأنسجة النباتية.

تتضرر بعض الحمضيات نتيجة الرش بالنحاس (شكل ٥٢) تظهر الأعراض علي شكل مناطق كبيرة متحللة على الثمرة ويزداد تساقط الأوراق. تبدأ البقع في الظهور من الثغور التي على السطح السفلي للورقة، يمكن أن ترى هذه البقع من السطح العلوي بعد أن تكون اتسعت في المساحة.

إن الأضرار العامة لعملية تغطية المجموع الخضري بالمركبات النحاسية يقلل تمثيل الكربون وتقفل الثغور جزئياً بواسطة الجزيئات الصغيرة. عندما تدخل هذه الجزيئات في المسافات البينية (بين الخلايا) في أنسجة الورقة فانها تقلل نسبة دخول ووجود ثاني أكسيد الكربون اللازم لعملية التمثيل الضوئي. لذلك فان وجود المادة النحاسية الذائبة في الرش يمكن أن تزيد فقد الماء من الأوراق المرشوشة عن طريق الضغط الأسموزي. هناك فوائد لعملية استعمال مركبات النحاس في مقاومة الأمراض بالاضافة إلى مقاومتها للفطريات فانها تعوض النبات بأيونات النحاس إذا كان يشكو من نقص النحاس وهذا ما يسمى بالتأثير المقوي Tonic.

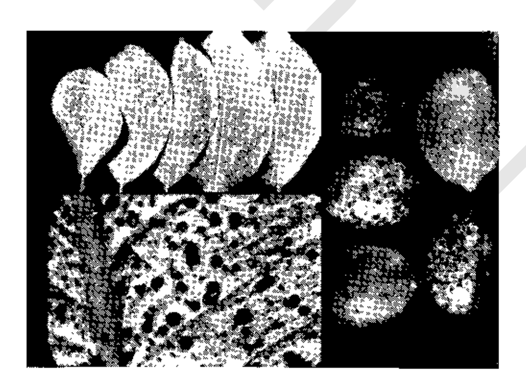
٢ - تأثير مزيج بوردو Bordeaux Injury

لقد استخدم مزيج بوردو في الزراعة سنة ١٨٨٧ واستعمل بعد ذلك كمبيد فطري على نطاق واسع لحفظ المحاصيل النباتية من الفطريات المتطفلة المختلفة. يسبب مزيج بوردو أضراراً للنباتات المستعمل عليها تحت ظروف معينة خاصة في بساتين الفاكهة. إن التفاح والخوخ أكثر الأشجار تضرراً بمزيج بوردو. تعرف الأضرار التي تتسبب عن مزيج بوردو باسم سمطة بوردو Bordeaux scald. من أهم الأعراض التي تظهر نتيجة لأضرار مزيج بوردو هي، الاحتراق، التلون الخشن واصفرار الأوراق.

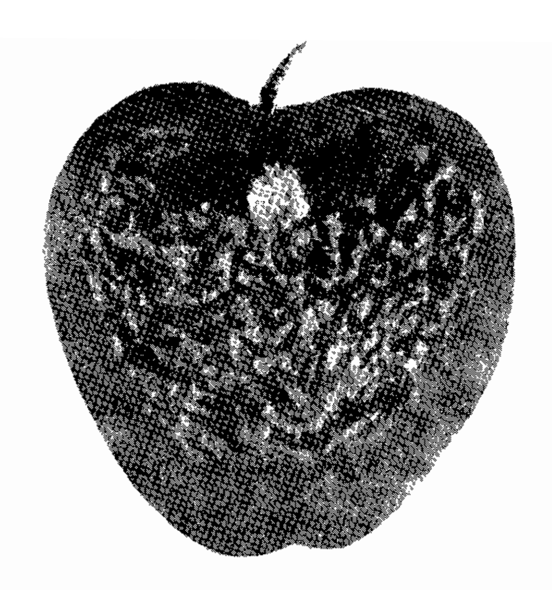
نظراً لأنه ليس من المعتاد رش الأشجار المثمرة بمزيج بوردو وهي في طور الأزهار، فان الأضرار لا تحدث على الأزهار بشكل واضح ولكن المجموع الخضري والثمار هما اللذان يتضرران باستعمال مزيج بوردو.

أ - الأضرار التي تظهر على الثمار :

تظهر الأضرار علي الثمار على شكل بثرات بنية صغيرة وقد تكون سوداء، قطرها أقل من ١ ملم، وهي تكون منعزلة عن بعضها البعض إلى حد ما وتكون موجودة بأعداد وفيرة إلى حد ما، أحياناً تلتحم مع بعضها البعض وتكون مناطق خشنة ملونة كما في التفاح (شكل ٥٣). إن ظهور هذه البثرات في مكان معين من الثمرة يعتمد على موقع الثمرة أثناء عملية الرش وكذلك على الجهة من الثمرة التي تلقت كمية السائل الكبيرة أثناء الرش والتصقت بها. تظهر الأعراض على الثمار الصغيرة علي شكل تشوهات في الشكل نظراً لانكماش وتكرمش الأنسجة أو تأخذ الشكل الحلمي. أحياناً يتكون على الثمار تشققات وقد تتغطى هذه التشققات بخلايا فلينية كما في الحمضيات والتفاح (شكل ٥٢، ٥٣). يتكون بقع حمراء دقيقة متمركزة على العديسات في التفاح ذو الثمار الصغيرة الصفراء وتكون الثمار ذات نوعية حفظ سيئة وتفقد رطوبتها بسرعة أكثر من الثمار العادية وتكون سهلة الغزو من قبل فطريات العفن. يجب التفريق بين التلون الخشن الذي يظهر على الثمار من أضرار مزيج بوردو والناتج من أضرار الصقيع، لقد ذكر أن نفس الأضرار تظهر على ثمار الكرز ويقل حجمها وتتعرض للاصابة بالفطريات.



شكل رقم ٥٢ : أضرار استعمال مركبات النحاس على الحمضيات تظهر على شكل تنقرات على الأوراق والثمار.



شكل رقم ٥٣: أعراض أضرار مزيج بوردو على ثمار التفاح.

ب - الأضرار التي تظهر على المجموع الخضري :

إن مظاهر الأضرار المتسببة عن مزيج بوردو أو محلول بوردو على المجموع الخضري تشبه تماماً أعراض إصابة المجموع الخضري لعديد من فطريات تبقع الأوراق. يظهر على الأوراق المتضررة بقعاً ميتة بنية وتكون غالبية هذه البقع دائرية أو مستديرة حمراء بقطر ٢ - ٣ ملم ولكنها تكون أحياناً مختلفة الأشكال والأحجام. يكون هناك حد فاصل واضح بين الأنسجة الميتة والأنسجة السليمة على الورقة وهذا يعني أن البقع تكون واضحة تماماً.

إذا كانت البقع قليلة في العدد لا يلاحظ أية أعراض أخرى ولكن إذا كانت البقع كثيرة فان النسيج الذي بين العروق يتحول إلى اللون الأخضر الباهت أو الأصفر وتسقط الأوراق. تختلف كمية الأوراق التي تسقط من أعداد قليلة إلى أن تسقط جميع الأوراق عن الشجرة وفي هذه الحالة تبدو الشجرة وكأنها محروقة بالنار.

تعتبر أشجار اللوزيات خاصة الخوخ أكثر الأشجار حساسية لمزيج بوردو أو أي من مركبات النحاس الأخرى المستعملة كمبيدات فطرية. يكون سقوط الأوراق واحتراق حوافها أكثر شدة منه في حالة التفاحيات عند تعرض الأثنين لنفس الظروف البيئية. يظهر الخوخ

أعراض تثقب الأوراق بوضوح أكثر من التفاح. يجب أن يكون معلوماً لدى الباحث أن أعراض التثقب في اللوزيات يتسبب عن عوامل كثيرة عدا عن أضرار محلول بوردو. بالاضافة إلى الأضرار الناتجة على الثمار والمجموع الخضري يظهر هناك أعراض تكون على شكل تلون باللون الأحمر على الفروع الصغيرة المرشوشة بمركبات النحاس، ينخفض حجم ثمرة الكرز ويزيد تأثير الجفاف في ظهور الأعراض.

في محاولة لفهم تأثير محلول بوردو ذكر أن زيادة ثاني أكسيد الكربون تمر في الماء الملامس لسطح الورقة والمستقر فوقها خلال الطقس الرطب فينوب ثاني أكسيد الكربون وأن هذا التركيب الناتج من نوبان ثاني أكسيد الكربون في الماء يؤدي إلى نوبان كمية من النحاس. إن محلول النحاس المتكون يدخل مع غشاء الماء إلى الثغور ومن ثم إلى الغرفة تحت الثغرية ويقتل الخلايا التي يصبح ملامساً لها وبهذا تظهر البقع الميتة. قد يكون هذا التفسير صحيحاً وقد يكون الصحيح غير ذلك.

ثالثاً : مركبات الزئبق Mercuric componds

منذ فترة كانت تستعمل مركبات الزئبق كمبيدات فطرية إلا أن استعمالها قل في السنوات الأخيرة وذلك لسميتها على النبات والانسان أيضاً. إنحصرت استعمالات مركبات الزئبق كواقيات بنور وكمعاملة تربة، حتى عند استعمالها مع الأبصال فان مركبات الزئبق تعتبر ضارة. وجد أن الأزهار المتكشفة من الأبصال المعاملة بمركبات الزئبق تكون ذات لون باهت صغيرة ورفيعة. تكون الأوراق متقزمة ومشوهة. يظهر موت وتحلل الأنسجة بين العروق ويمكن أن يتحطم النسيج الأساسي في الأوراق والأزهار.

رابعاً : مركبات الداي ثيوكاربا ميت Dithiocarbamates

من المحتمل أن تكون مركبات الداي ثيوكارباميت ضارة عندما تستعمل عند خلطها مع مبيدات سامة أخرى، فقد وجد أن حيوية حبوب اللقاح وعقد الثمار في المشمش والكمثري قد تأثرت عكسياً عند استعمال ٠,٢ زيرام أو ٠,١٥ TMTP. كما وأن استعمال الزينب مع

الأيودين خفض حيوية حبوب اللقاح وعقد الثمار في التفاح تحت ظروف متحكم بها بالتجربة ولكن لم يلاحظ إختلافات في الحقل.

لقد وجد أن إنتاج أشجار التفاح الحديثة انخفض بشكل معنوي عند رشه بمادة (PMA) Phenylmercury acetate وحصل نفس الخفض عند استعمال مبيدات فطرية أخرى منها الكبريت والداي كلون، جلاديون، الكبريت القابل للبلل وأودين. كان إنخفاض الانتاج مترافقاً مع الانخفاض في عدد الثمار المتحصل عليها.

كما وأن المبيدات الفطرية تؤثر تأثيراً سلبياً على سلوك القواعد في كل من DNA، RNA وبناء الكلوروفيل. إن مركبات السايكلوهكسامايد تثبط بناء كل من كلوروفيل A وDNA. في المستويات المرتفعة من تلك المركبات فانها تسبب ذبول بسيط للأوراق وشحوب وبقع صفراء تتكشف على الأوراق القديمة، ولقد وجد أيضاً أن تلك المركبات يمكن أن تعمل كمثبط عام له تأثير على الخلايا الحية في كل من النباتات الراقية والدنيئة.

يمكن أن تتأثر سمية مركبات الداي ثيوكاربامايت بعدة عوامل. وجد أن سمية الكابتان تزيد بالحرارة خاصة فوق ٣٠ - ٣٥°م، وفي تجارب أخرى وجد أن تظليل النبات فوراً قبل أو بعد رشه بالكبتان يزيد الأضرار على المجموع الخضري عنه في النباتات غير المظللة. هذا يدل على أن تأثير السمية على النبات يتأثر بعوامل داخلية بالاضافة إلى عوامل خارجية.

إن الأضرار الزائدة تنتج عن كثافة ضوئية منخفضة، يمكن أن يكون ذلك بسبب رقة طبقة الكيوتكل على النبات وسهولة إختراق التركيبات النباتية بواسطة المبيد الفطري.

لقد استعمل المبيد الفطري كاراثان بشكل واسع لمقاومة أمراض البياض الدقيقي ووجد أنه قد يكون ساماً ويسبب الشحوب وموت وتحلل على بعض الأجزاء النباتية عندما يستعمل في وقت ارتفاع درجة الحرارة. يمكن أن تتأكد سمية الكاراثين عند خلطه مع مبيدات أفات أخرى.

II: أضرار المبيدات الحشرية

أولاً : المبيدات الحشرية غير العضوية Inorganic Insecticides

إن هذه المبيدات قد استبدلت على نطاق واسع بالمبيدات العضوية والتي هي أكثر فعالية وأقل ضرراً وسمية على البيئة، ولكن التأثير القديم للكيماويات غير العضوية الأكثر سمية لايزال موجوداً وملموساً في تأثيره في التربة. إن الارسينات بشكل خاص والتي تفقد من التربة ببطء شديد قد استعملت لعدة عقود (عشرات السنين) وأعطت المثل الواضح لتدل على أن بقاء المادة الكيماوية يمكن أن يسبب أضراراً للنباتات لعدة سنوات. إن الاستعمال المستمر لهذه المواد يؤدي إلى تراكمها في التربة، وهذا بالتالي سوف يؤثر على النباتات لعدة سنين قادمة. عند استعمال الأرسينات على أعشاب المروج فان النباتات تصبح خضراء باهتة إلى صفراء ويمكن أن تتكشف إلى بقع ميتة متحللة أو تكون الورقة ذات بقع شاحبة.

إن التأثير السام للأرسينات يجعل الأوراق المتأثرة سواء كانت لنباتات عشبية أو نباتات خشبية، يجعلها تتحول إلى اللون الأسود، تنهار وتموت. إن التسمم المزمن يجعل الأوراق تتحول إلى اللون الأخضر الباهت أو الأصفر وذلك لبضع أسابيع. يظهر بقع ذات لون أرجواني، أحمر أو بني تختلف في حجمها خاصة على الأوراق القديمة مصحوبة مع شحوب. في حالات التأثر الشديدة تسقط المناطق المتحللة تاركة مظهر التثقب الخردقي. تسقط أوراق الخوخ والمشمش عن الأشجار قبل اكتمال نموها وبالتالي تبقى الشجرة عارية والثمار معرضة لأشعة الشمس في أيام الصيف الحارة. يمكن أن تتكشف هذه الأعراض على أنواع النباتات الحساسة مثل الخوخ، التفاح المزروعة في المنطقة بعد ٢٠ سنة من وقف التعامل بالارسينات. يظهر التلون الخشن على الثمار، يمكن أن يكون نضج الثمار غير طبيعياً وقد تكون الثمار صغيرة مشوهة وتظهر كما لو أن الأشجار تعاني من نقص الزنك.

يمكن توقع ظهور سمية الأرسينات عندما يزيد تركيزها في التربة عن ٧٥ جزء في المليون. يمكن أن يتجمع في التربة ١٠٠٠ جزء في المليون من تكرار رش الأرسينات خلال سنة واحدة.

تتأثر حساسية النباتات للأرسينات بحيوية وقوة الشجرة أو النبات، الشجرة التي تحمل حملاً كبيراً من المحصول تكون أكثر حساسية من الأشجار قليلة الحمل، وهذا يوضح لماذا لاتظهر الأضرار على الأشجار إلا بعد اكتمال نموها وانتاجها الغزير.

إن الكبريت كمبيد حشري وزيوت البترول قد استعملت على نطاق واسع في الماضي، وفي بعض المناطق لاتزال تستعمل، تسبب هذه المبيدات شحوب الأوراق احتراق وموت الفروع الصغيرة. وعلى كل حال فان مبيدات الحشرات غير العضوية بدأ استعمالها في الاضمحلال وحل محلها المبيدات العضوية الأكثر فعالية وأقل ضرراً على النبات.

ثانياً : زيوت البترول Oils Injury

تستعمل الزيوت الشتوية (زيوت البترول) لوقاية الأشجار من الاصابة ببعض الحشرات منذ عشرات السنين، ولكن قل استعمال هذه الزيوت في كثير من المناطق المتقدمة زراعياً، أما في دول العالم الثالث لا تزال تستعمل هذه الزيوت. إن استعمال الزيوت لوقاية الأشجار خلال فترة الكمون يسبب اضراراً شديدة على هذه الأشجار عندما تنخفض درجة حرارة الجو بعد المعاملة، ويمكن أن تموت أجزاء كبيرة من الشجرة إذا إنخفضت درجة الحرارة إلى الصفر المئوي.

قد يعزى سبب الأضرار الناتجة عن الزيوت الشتوية إلى تأثيرها على نسبة الأكسجين إلى ثاني أكسيد الكربون الموجودان في المسافات بين الخلايا، وكذلك يمكن أن تسبب قتل البروتوبلازم، بينما على درجات الحرارة العالية فانها لا تسبب مثل هذه التأثيرات.

هناك أنواعاً من الزيوت أقل ضرراً تستعمل في الصيف وتسمى زيوت صيفية، تستعمل في مقاومة الحشرات القشرية، العنكبوت الأحمر، نطاطات الأوراق ودود التفاح وتسبب أضراراً قليلة على الحمضيات والأشجار متساقطة الأوراق. تتضمن هذه الأضرار، الاصفرار، التقزم، التبقع، الاحتراق وسقوط الأوراق في المجموع الخضري وتسبب أيضاً التبقع، التلوث الخشن، تدلي وسمطة الثمار وتأخر نضجها. في بعض الأضرار الكبيرة وخاصة في أشجار اللوزيات تسقط جميع ثمار الشجرة بعد عملية الرش مبكراً في الموسم.

إن الزيوت الخفيفة يبدو أنها أقل ضرراً من الزيوت الكثيفة وذات اللزوجة العالية. لقد تبين أن إختراق الأوراق غالباً ما يكون عن طريق الثغور والأنسجة المجاورة الناقلة. تكون الأضرار الناتجة عن الزيوت فيزيائية أكثر منها كيميائية تتضمن تأثيرها على النتح، التنفس والتمثيل الضوئي. لقد وجد أن رش الزيوت في الأوقات ذات الرطوبة النسبية العالية أو في درجات الحرارة العالية أعطت أكثر الأضرار.

ثالثاً : المبيدات الحشرية العضوية Organic Insecticides

ا - مركبات الكلور :

تتكون مركبات الكلور من الكربون، الهيدروجين، الكلور وأحياناً الأكسجين. إن هذه المركبات قد زودت الانسان بمقدار كبير من الأسلحة ضد الحشرات والأمراض والمجاعة المرافقة لهما. إن وباء التيفوئيد والحشرات الناقلة للأمراض الأخرى قد قُضي عليها باستعمال هذه الكيماويات باستمرار ونجت النباتات والحيوانات الأليفة والطيور من ضرر الحشرات.

تشمل هذه المجموعة من الكيماويات DDT، chlordane، ميثوكسي كلور، الدرين، بنزين هكسا كلورايد BHC، إن هذه الأسماء المذكورة هي قليل من كثير من تلك المبيدات التي توجد وتتحلل ببطء ثم تتراكم في البيئة على مر السنين.

إن المبيد DDT وما يشابهه في التركيب يتجمع في التربة بعد رش النباتات أو عند استعماله كمعاملة تربة ضد الآفات الكامنة في التربة. لقد استعمل الـ DDT في مقاومة دودة التفاح على أشجار التفاح وأشجار أخرى منذ سنة ١٩٤٤ ولقد تراكم في التربة كما هو الحال في مركبات الارسينات وظهر تأثيره بعد ٢٠ سنة من وقف التعامل به ولقد وجد أن الـ DDT يمكن أن يتحطم في التربة بنسبة ٥٪ كل سنة.

لقد درس تأثير الـ DDT على نمو النبات فوجد أن الراي، بعض أنواع الفاصوليا، البرسيم الحجازي والفراولة التي زرعت في تربة عوملت مسبقاً بمادة الـ DDT أو الكيماويات المشابهة لها فكانت الأضرار على النباتات كما يلي : انخفاض إنتاج القش والحبوب من نبات

الراي عندما كانت نسبة المادة نصف كيلو غرام في الأكار وظهرت الأعراض بعد معاملة التربة بخمس سنين. أما إنتاج الفاصوليا فانه إنخفض كثيراً عندما كانت نسبة المادة الكيماوية ٦٠٠ غرام/أكار. إنخفض نمو النبات ولكن الأضرار لم تؤثر على وقت نضج المحصول. لا يظهر على الأوراق تخطيط أو تلوث من استعمال الـ DDT أو مشتقاته. كان هناك زيادة في سمك الجذور الرئيسية والثانوية وفقدت النباتات مقدرتها على تكوين جذور ليفية. أنخفض إنتاج الفراولة وتقزمت النباتات وكانت السيقان الجارية (المدادة) قليلة إلى حد ما.

إن مركبات الـ DDT وما يشابهها قد أدت إلى خفض نمو كل من السبانخ، البنجر والطماطم. عندما يستعمل الـ DDT مع الألدرين بنسبة ٤٥٠ غرام/أكار فان الجذور يتثبط تكشفها ويصغر حجمها في كل من الطماطم، القرنبيط ونباتات الكرنب الصيني.

إن مادة الدلدرين Dieldrin مادة هيدروكربونية واسعة الاستعمال ضد حشرات التربة وهي تعتبر قليلة الضرر نسبياً ولكنها أكثر سمية على بعض المحاصيل من الـ DDT أو الكلوردان. بينما يميل الدلدرين لأن يتواجد في التربة فهو يعتبر ضار للمكروفلورا الطبيعية في التربة إذا وجد في التربة بنسبة معينة. في الأجواء الحارة يزداد ضرر الدلدرين ويمكن أن يسبب شحوباً في نباتات المروج أو في النباتات الأخرى المزروعة في التربة المعاملة.

كذلك فان التوكسافين، الدلدرين والاندرين، عند زراعة الأرض بعد خمس سنوات من استعمال هذه المواد بنسب معينة وجد أنها تؤدي إلى خفض إنتاج الجزر، الخس وفاصوليا الليما بنسبة ٨٠٪ وفشلت زراعة البطيخ نهائياً في تلك التربة. إن وجود ٤٠ – ٦٠ جزء في المليون من المبيد Lindane يوقف نمو أي نبات.

٢ - مركبات الفسفور العضوية Organic Phosphorus Compounds

تتضمن هذه المركبات مجموعات كثيرة من الكيماويات الهامة والحيوية في الزراعات الناجحة. أهم هذه المركبات هي : الباراثيون، Tetraethyl Prophosphate (TEPP)، مالاثيون، ديازينون، جيوتون، تريثيون، أيثيون، ديموثيون، داي سستون والثاميت. كل هذه المواد تسبب أضراراً للنبات عندما تستعمل بنسبة عالية أو عند خلطها مع مواد غير متوافقة

معها أو عند استعمالها على النبات وهو في أطوار النمو الحساسة لها أو عندما تكون درجات الحرارة عالية جداً. يدخل كثير من هذه المركبات خلايا النبات بتركيزات منخفضة وتسلك درجات مختلفة من التأثير الجهازي على خلايا النبات.

تختفي المركبات العضوية الفسفورية من البيئة بسرعة أكثر من إختفاء مركبات الكلور السابقة. عند استعمال البراثيون كمعاملة تربة فانه يؤدي إلى خفض إنبات البذور، أما عند استعماله رشاً على المجموع الخضري أو تعفيراً عندما تكون درجة الحرارة أعلى من ٣٥°م فان أوراق النباتات الحساسة مثل الفاصوليا تحترق بشدة. إن أضرار المعاملة بهذه المركبات على النباتات يكون بموت وتحلل مساحات بين العروق في الأوراق. إن رش الباراثيون قبل أو بعد الأزهار أدى إلى خفض الانتاج في الحمضيات، تنخفض عملية التمثيل الكلوروفيلي ويتكون تلون خشن على الثمار. وجد أيضاً أن مركب Systox يزيد محتوى السكر في أوراق الكمثري الحديثة وأن مركب الجيوتين يؤدي إلى زيادة كمية الأزهار عن الوضع الطبيعي في القطن في حين أن الـ DDT ومشتقاته يخفض كمية الأزهار ويقلل عقد الثمار.

إن مادة الـ Disyston تكون سامة للنباتات خاصة عند استعمالها مع مبيدات آفات أخرى. لقد حدث تغيراً في نمو وإنتاج الثمار في القطن بشكل واضح عندما إستعمل Disys-ton مع مادة الـ Phorate. حدث سمية معتدلة وعلى شكل تثقب خردقي وموت وتحلل في أطراف الأوراق الحديثة. كانت الأوراق أعرض وأكثر غمقاً في اللون الأخضر المزرق بسبب زيادة تشجيع تكوين الكلوروفيل وذلك بسبب وجود الفسفات في المبيدات. كانت النباتات أطول من العادة بحوالي ١٠ – ١٢ أنش، في بعض المعاملات إنخفض الأزهار وتأخر النضج.

٣ - حمض الهيدروسيانيك Hydrocyanic Acid

إن استعمال التبخير كوسيلة لتوزيع المادة الكيماوية يكون أيضاً محفوفاً بالمخاطر. لقد وجد أن تبخير درنات البطاطس بالفورمالدهايد لمقاومة مرض الجرب أدى إلى حدوث أضرار كثيرة بحيث أن هذه الطريقة لم يتكرر استعمالها.

أما عن حمض الهيدروسيانيك فهو سام للنباتات ويؤثر على نموها، إلا أن هناك فرق كبير بين النسبة التي يؤثر بها على الحشرات والنسبة الضارة للنبات. يستعمل هذا المركب على بعض النباتات دون خطر ولكن على البعض الآخر يوصى بعدم استعماله مثل نباتات الزينة في الصوبات الزجاجية، الفاصوليا، بازيلاء الزهور، الأقحوان والورد. إن التأثير الضار لهذا الحمض على المجموع الخضري للنباتات يبدأ في الأيام الأولى من استعمال المادة الكيماوية. إن تبخير الصوبات الزجاجية بالسيانيد لمقاومة الذباب الأبيض أو الحشرات الأخرى كثيراً ما يؤدي إلى نتائج مشئومة، نظراً لأن أنواعاً مختلفة من النباتات تبدي درجات مختلفة من تحمل السيانيد، فبعضها تحدث له أضرار شديدة والأخرى قليلاً من الأضرار، وجد أن بادرات النبات بشكل عام أكثر حساسية للسيانيد من النباتات كاملة النمو. هذا الاختلاف يؤدي إلى صعوبة تحديد جرعات معينة تستعمل لنباتات مختلفة في نفس المكان. ذكر بعض الباحثين أنه لكي نتفادى أضرار السيانيد على النباتات يجب معاملتها بمخلوط بوردو المتعادل أو قريباً من التعادل. وجد أن أشجار الحمضيات المبخرة بالسيانيد في الهواء الطلق تحتاج إلى جرعة مضبوطة تماماً حتى تكون الأضرار أقل ما يمكن.

إن معاملة التربة بالمواد الكيماوية لقتل الكائنات الحية في التربة سواء كائنات ممرضة أو غير ممرضة للنبات، هذه المواد تسبب أضراراً للنباتات التي تزرع في تلك التربة. إن استعمال السيانيد لتعقيم التربة للتخلص من النيماتودا والديدان يؤدي إلى احتراق أوراق النباتات التي تزرع في التربة بعد المعاملة. لذلك فان كثيراً من المعقمات التي تستعمل في التربة تؤدي إلى أضرار في النباتات التي تزرع في تلك التربة وكثيراً ما يكون تأثيرها على جذور النبات.

III - مبيدات الحشائش Herbicides

يبدو أن بعض الاضطرابات النباتية الأكثر تكراراً تكون نتيجة الاستعمال الواسع لمبيدات الحشائش. إن الزيادة المستمرة في عدد مبيدات الحشائش المستعملة واستعمالها باضطراد من قبل المزارعين للمقاومة العامة أو النوعية للأعشاب يخلق عدداً من المشاكل للذين يستعملون تلك المبيدات أو لجيرانهم أو للأشخاص الذين سيستعملون التربة التي سبق وأن عوملت بمبيدات الحشائش.

إن مبيدات الحشائش إما أن تكون متخصصة ضد الأعشاب ذات الأوراق العريضة مثل 2,4-D، (Banvel-D) وهذه تستعمل في حقول الذرة وحقول النباتات (الحبوب) ذات الأوراق الرفيعة وعلى المروج الخضراء، أو تكون نوعية ضد النجيليات أو ضد بعض الأعشاب ذات الأوراق العريضة مثل مبيدات دكتال، اترازين وهذه تستعمل في بساتين الفاكهة وفي حقول الخضار الورقية.

إن معظم مبيدات الحشائش غير خطيرة على النباتات طالما أنها تستعمل لمقاومة الأعشاب الموجودة بين نباتات المحاصيل على وجه سليم وفي وقت مناسب وبسرعة وعندما تسود الظروف الجوية المناسبة. عندما لا يتوفر أي من هذه الظروف المذكورة آنفاً فانه ينشأ تشوهات على النباتات المزروعة التي وصلتها مبيدات الحشائش المستعملة.

تُظهر النباتات المصابة درجات مختلفة من التشوه أو اصفرار الأوراق، التلون البني، جفاف وسقوط الأوراق، التقزم وأيضاً موت النبات. يتسبب كثير من تلك الأعراض السابقة الذكر عن طريق استعمال جرعات عالية من مبيدات الحشائش أو عند استعمالها في فترة مبكرة من الموسم أو في وقت بارد جداً أو حار جداً من النهار أو عندما يُحمل بعض الرذاذ أو الغبار من مبيدات الحشائش بواسطة الهواء إلى النباتات المجاورة القريبة والتي هي حساسة لها، أو إلى البساتين أو الحقول التي فيها نباتات نامية حساسة لمبيد الحشائش. إن الاستعمال المباشر لمبيدات الحشائش غير المناسبة في الحقل على نباتات محاصيل معينة، طبعاً، فانه سيقتل المحصول تماماً كما لو كان عشباً.

إن استعمال مبيدات الحشائش المتخصصة للاستعمال قبل الزراعة أو قبل ظهور النباتات فوق سطح الأرض ورشها على التربة قبل أو أثناء زراعتها غالباً ما يؤثر على إنبات البذور وعلى نمو البادرات الحديثة إذا استعمل المبيد بكمية كبيرة أو كان غير مناسب للاستعمال. تستهلك معظم مبيدات الأعشاب أو تثبط خلال مدة بضع أيام إلى بضع شهور إبتداءً من وقت استعمالها، وقد يبقى بعضها في التربة لمدة أكثر من سنة. إن النباتات الحساسة المزروعة في الحقول بعد معاملتها بمثل هذا المبيد المستديم يمكن أن تنمو بضعف ويمكن أن يظهر عليها أعراضاً مختلفة. أيضاً فان بيوت الملاك وبيوت المزارعين ومؤسسات الصوبات الزجاجية، غالباً

ما تحصل على تربة شبه جيدة خالية من الحشائش من حقول غير معروف (أو غير متأكد) لهم فيما إذا كان قد سبق وأن عوملت بمبيدات الحشائش أم لا، مثل هذه التربة عندما تستعمل للزراعة في أوعية أو بنشات أو حدائق نباتية فانها تؤدي إلى انتاج نباتات صغيرة مشوهة مصفرة والتي أحياناً تسقط بعض أو كل أوراقها أو أنها تموت أو تعود وتشفى ثانية. وفيما يلي أمثلة عن بعض مبيدات الحشائش والأضرار التي تسببها :

١ - فينوكسي استك اسد Phenoxy Acetic Acid

كان مركب 2,4-Dichlorophenoxy acetic acid الذى يرمـز لـه (2,4-D) أول مركب عضـوي لمقاومـة الحشـائش دخل بشكل واسع في عالم الصناعة وكـان ذلك في أوائل الأربعينات سنة ١٩٤٢. وهذا المركب بشكل خاص فعال كمبيد حشائش ويسمى أكسين أو منظم نمو.

إن مركب 2,4-D جاهز للامتصاص سواء عن طريق الرش أو التعفير، عندما يضاف إلى الأوراق ينتقل بسرعة إلى أجزاء النبات الأخرى ويؤثر بشكل رئيسي على المرستيم. إن سرعة إنتشـار هذا المركب خلال النبـات تساهم كثيراً في تأثيره كمادة سامة وإن موت النباتات المعاملة يكون نتيجة التوقف والاضطراب في العمليات الحيوية في النبات وخاصة في القمة المرستيمية.

هناك أنواعاً مختلفة من النباتات تختلف بشكل واضح في تفاعلها لدى إضافة 2,4-D إليها. إن المحاصيل النجيلية وكذلك غالبية الأعشاب النجيلية أقل قابلية للتأثر بهذه المادة، في حين أن غالبية الأعشاب الحولية ذات الأوراق العريضة شديدة الحساسية لمادة 2,4-D وخاصة إذا زادت عن تركيز معين. حيث أن هذه المادة عند استعمالها بتركيزات عالية تسبب استطالة الخلية وكذلك تسبب أنواعاً مختلفة من التشوهات في النمو في النبات مثل تشوه الساق والأوراق والجذور، تغير ألوان الأوراق وكذلك تثبيط استطالة الساق والجذر أو تفتح الأزهار وتكوين الأورام، ومن المؤكد أن اصطلاح تركيزات عالية نسبياً تشير إلى التركيزات التي بالنظرة المطلقة تكون منخفضة جداً ولكن أعلى ارتفاع لها يكون ١٠٠٠ جزء في المليون. وحقيقة فان هذا الاكسين عندما يضاف بنسبة مرتفعة نسبياً يسبب سمية أو يكون ذو تأثير

مميت للنبات مما يؤدي إلى الاقتراح بأن هذه المواد يجب أن تستعمل في إبادة الحشائش في حقول النباتات النجيلية والخشبية.

ميكانيكية فعل 2,4 - D

إن المحاولات المبكرة لتوضيح ميكانيكية عمل هذا الاكسين جميعها تركزت حول توضيح الجزء الذي يؤثر من هذا المركب في إنقسام الخلية ويبدو أن الأكسين له تأثيران مهمان في هذه العملية.

١ - يسبب زيادة في مطاطية الجدر الخلوية ويشترك مباشرة أو غير مباشرة في التفاعلات التي تؤدي إلى ترسيب جزيئات من السليلوز في الجدر. في أثناء النمو فان الأعداد الكبيرة من التفاعلات الحيوية التي تنظم بواسطة الهرمونات النباتية، فان هذا الأكسين يلعب دوراً كبيراً فيها.

٢ - إن تأثير الأكسين على تطور جدار الخلية يعتبر تأثيراً عاماً وبطريقة غير مباشرة إذ أنه يدخل في تنظيم العمليات البنائية المطلوبة لتكوين الجدار. يوجد هناك ما يثبت أن الاكسين يعتبر عاملاً مساعداً ذو قدرة تنظيمية في بعض أطوار بناء الكربوهيدرات في النبات. هناك إقتراحات في مثل هذه العلاقة وهي دخول الأكسين في الأوراق كعامل هام في تحلل النشا وكذلك يدخل الأكسين بالاشتراك مع بعض الأنزيمات في عمليات التنفس في الظروف الهوائية. هناك من يعتقد أن الاكسين قد يقوم بعمله على أنه مجموعة تصنيعية أو مرافق أنزيم في بعض النظم الأنزيمية التي تلعب دوراً هاماً في تمثيل وبناء الكربوهيدرات والأحماض العضوية.

عندما تصل كميات معينة من هذا الأكسين (مبيد الحشائش) إلى النباتات كاملة النمو فانه يوقف نموها الطبيعي وتكشفها، يتوقف إنقسام الخلية واستطالتها ولكن تستمر الانقسامات في العرض. تفقد الجذور مقدرتها على امتصاص الماء والأملاح، تنخفض عملية التمثيل الكلوروفيلي، يتثبط الانتقال بواسطة اللحاء، تسرع عملية التنفس حيث تستهلك كمية السكر المخزنة. يبدو أن السيتوبلازم الكامل النمو يرتد إلى مرحلة يكون فيها غير كامل النمو،

والسيتوبلازم غير التام النمو لا يصل إلى مرحلة كمال النمو. يزداد عدد الرايبوسومات وأن RNA الزائد يؤدي إلى حدوث نموات شاذة، تكون النباتات الأكثر تحملاً للاكسين 2,4-D تحتوي على كمية بروتين أكثر من النباتات الحساسة.

تكون الأعراض المرئية لأضرار مبيد الحشائش (الأكسين) 2,4-D وما يشابهه من مركبات سهلة التمييز تصبح الأوراق أسمك، خشنة وجلدية الملمس، تتجعد حواف الأوراق وتلتف إلى أسفل معطية شكل الفنجان تصبح العروق واضحة وعريضة. يمكن أن يظهر بثرات كثيفة بيضاء على سطح الورقة. إذا كان التركيز عالياً يذبل النبات كله ويموت خلال ٢٤ ساعة.

إن نباتات البيلسان، الطماطم، القطن والعنب حساسة لمبيد الحشائش وتتكشف الأعراض حتى عندما تتعرض لـ 2,4-D القادم من الحقول التي على بعد عدة أميال. لقد حدثت أضرار لنباتات القطن من مبيد حشائش قادم من بعد ٦ ميل حيث كانت تعامل محاصيل حبوب. حتى عندما لا يكون هناك اعراضاً ظاهرة وتبقى الورقة سليمة فقد وجد أن المبيد يسبب زيادة في محتوى السكر في الأغصان ويقلل محتوى السكر في الجذور.

أما الثمار فانها حساسة مثل المجموع الخضري أو أكثر. إن ثمار اللوزيات مثل الخوخ والمشمش يمكن أن يحدث لها ضرراً شديداً (شكل ٥٤) إذا كانت قريبة من الحقول المعاملة بالمبيد. تظهر الأضرار على شكل نضج غير طبيعي للثمار خاصة في منطقة جانبي الثمرة وتنتفخ هذه المنطقة وتزداد في الحجم. يتبع الانتفاخ تشقق ونضج موضعي وتعفن في منطقة الاتصال. يمكن أن يحدث التباس بين هذه الأعراض وأعراض البقعة الحمراء المتسببة عن الفلورايد إلا أنه في حالة مبيد الحشائش تكون منطقة الانتفاخ دائماً باتجاه نهاية الساق أكثر منها في قمة الثمرة.

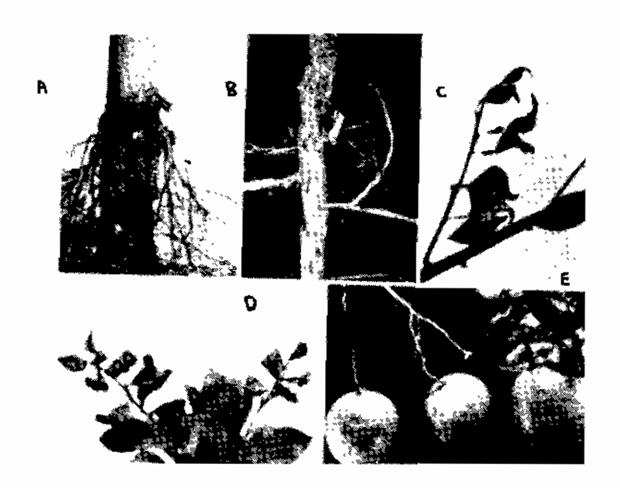
لا يقتصر فعل المبيد 2,4-D على الأوراق أو الثمار فان هناك أضراراً واضطرابات تقع على القلف، يظهر على القلف ادماء وانفجارات (تشقق) ويترسب افرازات راتنجية في جذع شجرة Macadamia. تكون نقطة افراز الادماء مرتفعة قليلاً وعلى شكل شق طولي. يكون الافراز في البداية على شكل راتنج عمبري ثم يصبح أسود، في حالات التأثر الشديد يتبع التشقق والتصمغ موت قمم الأغصان الطرفية.

وجد أن استعمال منظمات النمو على أشجار الحمضيات التي هى أقل من ستة سنوات يسبب لها اضراراً ولكن الأشجار الكبيرة أيضاً يتضرر قلفها إذا كان التركيز عالياً من منظم النمو (مبيد الحشائش). إن الكمية التي تصل إلى الجذور عن طريق التربة تسبب أضراراً للجهاز الجذري على الشجرة بغض النظر عن عمر الشجرة.

تظهر الأعراض النموذجية (شكل ٥٥) على شكل تجعد الأوراق وهذا يحدث إما من الرش المباشر للمبيد أو عن طريق إمتصاصه من قبل الجذور، بينما الأضرار على سطح القلف تكون مشابهة لتصمغ العفن البني. يكون القلف المتضرر أحوى اللون له قوام الجبن الطري وأحياناً يتقشر، تكون هذه الأعراض عادة على القلف تحت سطح التربة ولكن يمكن أن يمتد إلى ارتفاع قدمين فوق سطح التربة حيث ينخفض تبخره في هذه المنطقة.



شكل رقم ٥٤ :أعراض أضرار استعمال 2,4-D على المشمش. في الشمال يبين إلتفاف وتجعد الأوراق. أما على اليمين النبات سليم.



شكل رقم ٥٥ :أضرار منظمات النمو على الحمضيات. (A,B) أضرار استعمال 2,4-D على جذور نباتات مزروعة في أرض رملية. (C,D) أعراض نموذجية لأضرار استعمال نفس منظم النمو على أوراق الأشجار. E فوائد منظم النمو على الثمار والأوراق.

٢ - مركبات الترايازينز Triazines

تشمل مركبات الترايازين كل من سمازين، أترازين، بروبازين، أيبازين، بروميتران. جميع هذه المركبات تتكون من حلقة بسيطة عليها مجموعات alkoxy، methoxy أو مجموعات أخرى. وهي قليلة الذوبان في الماء وذات أثر باقي طويل يجعلها مبيدات حشائش لمدة طويلة. تمتص مركبات الترايازينز أساساً عن طريق الجذور وتضاف إلى التربة بتركيزات حوالي ٢.٥ كغم/ أكار، وهذا يعتمد على نوع المحصول ودرجة المقاومة المرغوبة والظروف المناخية، وحتى عند استعمال التركيزات المنخفضة يكون هناك أضراراً للنبات.

تكون أعراض سمية هذه المركبات على النبات بشكل عام شحوب يكون متبوعاً بموت قمم الأوراق وقمم النوات الفرعية الحديثة. يظهر على بادرات الصنوبر الأحمر شحوب حاد وتموت قمم الأوراق الأبرية، يحدث تشوه في البادرات ينخفض النمو ويمكن أن تموت جميع البادرات. إن التركيزات المنخفضة والتي لا تؤدي إلى ظهور أعراض على المجموع الخضري يمكن أن

تثبط النمو في بعض الأنواع النباتية المرغوبة فتصل نسبة النمو إلى ٥٠٪ منها في الحالة العادية ولقد وجد أن الضرر على بادرات الصنوبر الأحمر يصل ١٠٠٪ موت بادرات. يوجد في هذه المجموعة من مبيدات الحشائش مركبات أخرى ولكنها أقل سمية وأثرها يكون في مدة بقاء البادرات حيه حتى عندما لا تؤثر على نسبة الأنبات.

يكون الترييازين ضاراً تحت ظروف الحقل على معظم أشجار الفاكهة بمعدل ٦٠ غم/أكار ولقد وجد أنه يخفض بناء السكر عن طريق تداخله بعملية التمثيل الضوئي لذلك فان السيمازين يوقف تفاعل هل Hill reaction حتى لو كان بتركيز ١ جزء في المليون ويوقف تماماً تثبيت ثاني أكسيد الكربون.

تتحطم مركبات الترييازين أو تتحلل في التربة أساساً بواسطة الكائنات الحية الدقيقة المحللة، يمكن أن تقلل درجات الحرارة العالية تحطيم المركبات ولكنها تساعد في زيادة سميتها. وبالتالي يمكن القول بأن مبيدات الحشائش هذه أكثر ضرراً في منتصف الصيف أكثر منها في الربيع أو الخريف لأن معظم النباتات تموت على درجة ٢٥ - ٣٠م أكثر منها على درجات حرارة أقل.

٣ - بديلات اليوريا Substituted Ureas

تشمل مشتقات اليوريا بشكل خاص مونيورون، دايرون ويعرف باسم CMU، تليفار، كارمكس والمارمكس وهي مبيدات حشائش واسعة الاستعمال في تعقيم التربة. وهذه المركبات تبقى في التربة لمدة ٢٥ دورة زراعية وهذا يؤيده التأثير الضار لها.

إن فعل هذه المركبات يشبه إلى حد ما فعل الترييازينز، تدخل هذه الكيماويات عن طريق الجذور وتنتقل إلى أعلى في تيار النتح. إذا وصلت هذه الكيماويات إلى الأوراق فانها توقف عملية التمثيل الضوئي وتسبب تأثيرات مختلفة تؤدي إلى موت أو توقف وظائف النسج. إن الميكانيكية الأساسية تبدو في تثبيط تفاعل هِلْ Hill Reaction في عملية التمثيل الضوئي. يستطيع مركب مونيورون تثبيط تفاعل هِلْ بحيث أن جزيء واحد من المبيد يمنع التمثيل الضوئي ونشاط ١٢٥ جزء من الكلوروفيل ويمنع قيام الكلوروفيل بعمله العادي، وهذا يؤدي

إلى وقف تكوين الغذاء ويؤدي إلى حدوث مجاعة وهذا يؤدي إلى وقف نمو وتكشف أجزاء النبات حتى لو لم يكن هناك أعراضاً منظورة.

إذا كانت الجرعات من المونيورون أقل من الجرعات القاتلة فانه يؤثر على الإنقسام العادي في القمة المرستيمية ويؤدي إلى تكوين نورات مشوهة وأشكال من الأوراق الشاذة ويقلل من نمو الجذور والأفرع الحديثة. إن التأثير المتبقي لهذه الكيماويات يمكن أن يمنع أو يقلل نمو النباتات على أرض معاملة سابقاً ولمدة زمنية طويلة. أما في الجرعات القاتلة فإن المونيورون يسبب فقد الانتفاخ، الشحوب، سرعة موت القمم في الأوراق والأغصان الحديثة، إنهيار الأوراق الحديثة، قلة التعضي في نسيج البلاستيدات والبشرة، يخفض التميز في الأنسجة الوعائية ويحطم النواة. إن أكثر الأعراض وضوحاً وتحديداً لأضرار هذا المبيد هو الشحوب المفرط إلى حد الأبيضاض للأنسجة حول حواف الأوراق المتأثرة. يمتد الشحوب إلى الداخل بشكل منتظم حوالي ربع إنش من الحواف. يظهر بقع قليلة من الأصفرار داخل منطقة الشحوب بين العروق. إذا كانت الأضرار أكثر شدة فان الأطراف الخارجية من الأنسجة الشاحبة تصبح ميتة ومتحللة.

٤ - الأحماض الاليفاتية Aliphatic Acids

إن الأحماض الاليفاتية هي مركبات ذات سلسلة مفتوحة تنتهي بمجموعة كاربوكسيل أو حمض. إن الدلابون Dalapon وهو أملاح الصوديوم لحمض داي كلوروبروبيونك هو مبيد الأعشاب الأساسي في هذه المجموعة وهو يعمل كمرسب للبروتين ويحطمه إلى أحماض أمينية، ويتدخل في الميتابولزم العادي عن طريق المشاركة بالمواد التي تدخل في تركيب حمض البانتوتنك، وهذا الحمض هو إحدى مجموعات فيتامين B وضروري للنمو.

إذا وجد الدلابون في التربة فانه يثبط نمو البذور ونمو النبات لمدة شهر أو أكثر وهذا يعتمد على الجرعة، نوع التربة، درجة الحرارة وكمية الأمطار، وهو سام لأنواع كثيرة من النباتات ويستعمل ضد بادرات الحشائش. إذا إنتقل إلى النباتات المزروعة فانه يسبب لها اضراراً كبيرة سواء عن طريق الجذور أو المجموع الخضري.

IV: الأضـرار الميكانيكيـة

Mechanical Injuries

مقـدمــة :

هناك مجموعات مختلفة من العمليات الزراعية تُجرى بصورة غير ملائمة، عند ذلك تسبب أضراراً كثيرة للنباتات وتزيد الخسائر المالية. إن كل عملية زراعية تقريباً يمكن أن تسبب ضرراً عندما تجرى بطريقة خاطئة أو في وقت غير مناسب أو باستعمال مواد غير مناسبة. تنتج الخسائر الأكثر شيوعاً من استعمال الكيماويات كما ذكرناها سابقاً وهي المبيدات الفطرية، المبيدات الحشرية، مبيدات الحشائش وغيرها. كذلك فان استعمال الأسمدة بتركيزات عالية أو على نباتات حساسة لها تسبب أضراراً كثيرة. من الأمور التي يجب مراعاتها عدم ترك الأوراق (أوراق النبات) تلامس الأسمدة الجافة عند وضعها على التربة خاصة إذا كانت الأسمدة على شكل حبيبات والنبات في مراحل نموه الأولى. أو إذا وضع السماد (في حقول التجارب) قريباً من ساق البادرة. إن هذه الأخطاء في استعمال السماد تؤدي إلى موت البادرة فوراً وخلال ٢٤ ساعة إذا كانت في مراحل نموها الأولى وكانت حساسة مثل بادرات الفول السوداني والفاصوليا إذا لامستها الأسمدة التي على شكل حبيبات. إذا لم يحدث موت البادرات بأنها كانت متقدمة نوعاً ما في السن (٢٥ – ٣٠) يوم تظهر الأعراض على شكل حروق بنية اللون على حواف الورقة وعلى قمتها، تتقدم هذه الحروق إلى الداخل وإلى الخلف حتى تشمل جميع نصل الورقة وتظهر هذه الأعراض على عدة أوراق من البادرة وإذا لم تلاحظ هذه البادرات فوراً وتعالج بالطريقة السليمة فان حقل التجارب يمكن أن يفشل نهائياً وهذا ما شاهده المؤلف في إحدى مباشرته على بعض التجارب. كذلك يجب أن لا يترك السماد على سطح التربة بدون أن يتبعه ري لاذابته وتسربه تحت سطح التربة.

كذلك فان عملية التقليم يجب أن تجرى في الوقت المناسب لها لأن هذه العملية لو تمت مبكراً في نهاية الشتاء عندما لايزال الطقس بارداً فان الجروح الحادثة من التقليم تتأثر بأضرار الصقيع والجليد وهذا يسبب موت قمم الأفرع المقلمة وتصبح ذات لون أسود على بعد ٣ – ٤ سم من القمة. إذا لم يلاحظ الباحث سبب ذلك فانه قد يعزو هذا الضرر إلى الاصابة

بأى من الكائنات المرضة. وإذا حدثت عملية التقليم بعد إبتداء الربيع، ففي هذه الحالة تكون عصارة النبات قد بدأت في النشاط والسير من المجموع الخضري إلى الجذور، فإذا حدث تقليم في هذه الفترة يظهر ما يسمى بظاهرة الادماء Bleeding وهو نزول نسغ النبات على شكل قطرات باستمرار (النسغ هو المادة الغذائية الجاهزة في النبات) من الجروح وهذا يضعف الفروع ويجعل المجموع الخضري ذو لون أصفر ضعيف.

إن عملية التطعيم أيضاً لها أضراراً على شكل وحيوية النبات وذلك إذا أجريت بطريقة غير سليمة فانها تؤدي إلى حدوث إنتفاخ وورم في منطقة التحام الطعم مع الأصل، وهذا الورم يكون نقطة ضعف في الشجرة يعرضها للكسر تحت قوة أي عاصفة هوائية. كذلك فان الورم يكون بؤرة لدخول كثير من الكائنات المرضة إلى داخل الشجرة.

إن الحراثة المتكررة كثيراً أو الحراثة العميقة بين خطوط النباتات النامية قد يكون ضررها أكثر من فائدتها وذلك لأنها تقطع أو تسحب عديداً من جذور النباتات. إن شق الطرق أو إقامة المباني غالباً ما تقطع نسبة كبيرة من جذور الأشجار القريبة منها وتؤدي إلى ظهور الموت الرجعي (موت قمم) وتدهور النباتات. إن الري غير المناسب أو زيادة الماء يمكن أن يسبب الذبول أو أي من الأعراض المذكورة سابقاً. في حالة البنفسج الأفريقي فان قطرات من الماء البارد على الأوراق تسبب ظهور نظام الحلقات أو شبه حلقات تذكرنا بأمراض البقع الحلقية الفيروسية.

إن أشجار الأسيجة التي كثيراً ما تنمو بضعف وتكون أوراقها شاحبة مجعدة أو محمرة، يكون ذلك بسبب أن جذوعها تكون محزمة بأسلاك السياج مما يؤدي إلى ضعف سير الغذاء في اللحاء. كذلك فان جذور النباتات المزروعة في أوعية صغيرة جداً بالنسبة لحجم النبات تكون غالباً مشوهة وملتوية وينمو النبات بضعف.

إن عملية احتكاك الآلات والأدوات الزراعية مع الأشجار يسبب لها جروحاً هذه الجروح إذا أهملت فإنها تسبب اضفراراً كثيراً على الشجرة وقد تموت فروع كبيرة بسببها عدا أنها تكون مدخلاً جيداً للمسببات المرضية الأخرى. كذلك فان النيران إذا أتت على بعض الأشجار

سواء أشجار غابات أو أشجار فاكهة فانها تؤدي إلى حدوث جروح وحروق وإذا لم تعالج فانها تودي بحياة الأشجار.

هذا وأخيراً نقول إن حيوانات المزرعة الأليفة والداجنة إذا لم تحكم جيداً في حظائرها فانها تؤدي إلى اضرار بالغة بالشجيرات أو الأشجار والمحاصيل الزراعية المحيطة بها.

الأمراض المتسببة عن الأضرار الميكانيكية

١ - الخلايا الزيتية في الليمون والبرتقال

Oleocellosis of Limes and Oranges

يسمى هذا المرض التزيت الخلوي وهو يتسبب عن الأضرار الميكانيكية في خلايا البشرة الزيتية. يعتبر المرض مشكلة خطيرة في أنواع الليمون وفي *Citrus mitis*. إن إجراءات القطف والنقل هما المصدر الأساسي للأضرار الميكانيكية التي تسبب المرض نتيجة تفجر خلايا الزيت الواقعة في منطقة الفلافيدو في الثمرة. إذا حصل وأن إنفجرت خلايا الزيت في القشرة على سطح الثمرة فانها تترك ضرراً يتكشف فيما بعد إلى تلون بني إلى أسود بللوري متجعد. إن الليمون الذي يوجد عليه كمية معينة من هذا الضرر على القشرة فان الثمار لايمكن بيعها كثمار للمائدة وإنما تباع لعمليات العصير الأخرى.

نظراً لأن المرض يتعلق مباشرة بانتفاخ الخلية على سطح الثمرة فمن المنطقي أن يكون هناك علاقة بين كمية الماء في الثمرة وحدوث المرض. لذلك فان لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية تأثير في ذلك. إن ارتفاع الحرارة عند غروب الشمس وإنخفاض الرطوبة النسبية تقلل القابلية للاصابة وذلك لأنها تسبب زيادة في الضغط اللازم لانفجار خلايا الزيت. كذلك وجد أن المرض تختلف شدته حسب عمر الثمرة وموقعها على الشجرة. إن الثمار الحديثة والبعيدة عن ضوء وحرارة الشمس المستمرة كانت أكثر قابلية للأضرار من الثمار الناضجة وعلى الجانب المعرض للشمس خاصة عند قطفها في الصباح الباكر. إن السطوح الخشنة للثمار الحديثة تساعد على أحداث إنفجار خلايا الزيت. إن الظروف التي تبقي على إنتفاخ الثمرة

مثل الحرارة المنخفضة، الرطوبة النسبية العالية، الأمطار، الغيوم، تظليل الورقة، كلها عوامل تؤثر على قابلية الاصابة بالمرض.

هناك أنواع من الحمضيات تكون خلايا الزيت فيها قابلة للانفجار مثل برتقال أبو سرة. هذه الأنواع يجب أن تعامل بلطف في جميع الأوقات. إن جمع الثمار في جو رطب من الضباب أو الندى، المطر أو الري بالرش كثيراً ما تسبب مرض التزييت. لذلك فان الانضاج الصناعي على رطوبة نسبية أقل من الموصى بها تزيد في حجم بقع الاصابة وأخيراً تصبح البقع غامقة اللون.

٢ - شفافية الطرف الزهري في الجريب فروت

Blossom-end Clearing of Grapefruit

إن هذا المرض اضطراب فسيولوجي قريب الشبه بمرض تحلل نهاية الطرف الزهري في الليمون وهو يتسبب عن الأضرار الميكانيكية ويمكن أن يسبب المرض سقوط الثمار على الأرض. تكون الأصناف القابلة للاصابة عديمة البذور وتنضج وهي ذات قشرة رقيقة. يتكشف المرض على شكل بقع مائية خلال ٢٤ ساعة على درجة حرارة الغرفة العادية.

٣ - البقعة الفضية في الحمضيات Sliver Spot of Citrus

وصف هذا المرض لأول مرة سنة ١٩٧٠ وكان وصفه بأنه اضطراب يظهر على شكل أضرار سطحية خفيفة خاصة على الثمار الحديثة. يسبب سوبرة بالفلين تحت النسيج المصاب، يمكن أن يظهر الفلين على شكل بقعة مستديرة أو قشور أو حراشف صغيرة أو بقعة شبكية. كثيراً ما تكون طبقات الفلين فضية اللون بدلاً من اللون البني المعتاد، أحياناً تتقشر الحراشف الفلينية وتتكشف قشرة خضراء أغمق من الأولى. يظهر الفلوجين في الهايبوديرم وينتج طبقات مسوبرة من الفلين تحت الخلايا المتضررة. يحدث هذا المرض نتيجة الاضرار الميكانيكية وإصابة الحشرات الميكانيكية.

٤ - أورام الثمار في الطماطم Tomato Fruits Tumors

إن هذا الاضطراب الفسيولوجي يشار إليه باسم البثرات الشمعية. تتكون الأعراض من ورم غير منتظم شبه شمعي على سطح الثمرة يبدأ كبثرة ناعمة منتفخة ثم يصبح بني منخفض ومتشقق عند نضج الثمرة. يمكن أن يتسبب هذا المرض عن الأضرار الميكانيكية للثمار الخضراء وكذلك عند تخزين الثمار على ٧٠ - ٩٥°ف. يمكن تفسير ذلك بأن الأضرار الميكانيكية قد أثرت على نشاط بعض الهرمونات في الثمرة وسببت زيادة النمو في منطقة الجرح. يمكن تلافي حدوث هذه الأضرار بالعناية بالثمار وتخزينها على حرارة ٦٥°ف.

المراجع المختارة للباب الثالث

Anatasia, F. B., and W. J. Kender, 1966. Arsenic toxicity in the lowbush blueberry. *Hort. Sci.* 1 : 26 - 27.

Ashton, F. M., G. Zweig, and G. W. Mason, 1960. the effect of certain triazines on $C^{14}O_2$ fixation ir red kidney beans. *Weeds* 8 : 448 - 451.

Audus, L. J., 1964. "The physiology and biochemistry of herbicides Academic, New York, 913 pp.

Calavan, E. C., T. A. Dewolfe, and L. J. Klotz. 1956. Severe damage to young trees from 2, 4 - D. Citrus Leaves 36 (1) 8 - 9, 24.

Champan, R. K., and T. C. Allen, 1948. Stimulation and suppression of some vegetable plant by DDT. *J. Econ. Entomol.* 41 : 616 - 623.

Clore, W. J. and *et al.* 1961. Residual effects of soil insecticides on crop plants. *Wash. Agr. Exp. Sta. Bull.* 627 pp. 1 - 9.

Coggins, C. W., Jr., and I. L. Eaks. 1964. Rind staining and other rind disorders of navel orange reduced by gibberellin. *Calif Citrog.* 50 (2) : 47.

---------------, and H. Z. Hield. 1968. Plant Growth Regulators. "The citrus industry" Volum II : 371 - 389. Revised edition university of California. Division of Agricultural Sciences.

Crafts, A. S., 1949. Toxicity of 2, 4 - D in California soils. *Hilgardia* 19 : 141 - 169.

Cristoferi, G., 1966. The effects of fungicidal treatments during flowering on some fruit trees. *Riv. Ortoflor.* 50 : 225 - 250.

Daines, R. H. and *et al.* 1957. Phytotoxicity of captan as influenced by formulation, environment, and plant factors. *Phytopathol.* 47 : 572 - 576.

Hacskaylo, J., J. K. Walker, Jr., and E. G. Pires, 1964. Response of cotton seedling to combinations of pre-emergence herbicides and systemic insecticides. *Weeds* 12 : 288 - 291.

Hagley, E. A. C., 1965. Effect of insecticides on growth of vegetable seed. lings. *J. Econ. Entomol.* 58 : 777 - 778.

Heinicke, D. R., and J. W. Foott, 1966. The effect of several phosphate insectisides on photosynthesis of Red Delicious apple leaves. *Can J. Plant Sci.* 46 : 589 - 591.

Hield, H. Z., R. M. Burns and C. W. Coggins, JR. 1964. Preharvest use of 2, 4 - D on citrus. *Calif.* Agr. *Expt. Sta. Circ.* 528, 10 pp.

Klotz, L. J.,, E. C. Calavan and T. A. Dewolfe. 1956. Leaf drop and copper damage to citrus. *Citrus Leaves* 36 (3) : 6 - 7, 26.

Knorr, L. C. 1973. Citrus diseases and disorders. Uni. Fla. Press, Gainesville, Fla. 163 pp.

Lichtenstein, E. P., 1965. Problems associated with insecticidal residual in soils. "Research in Pesticides" Academic, New York, 380 pp.

Reuther, W., and P. F. Smith. 1954. Toxic effects of accumulated copper in Florida soils. *Proc. Soil Sci* Soc. *Fla.* 14 : 17 - 24.

Ross, R. G., and R. P. Longley, 1962. Effect of fungicides on Macintosh apple trees. *Can. J. Plant Sci.* 43 : 497 - 502.

Szkolnik, M., 1963. Necrotic spotting of apple fruit from spray combinations of certain fungicides with kelthane. *Plant Dis Rept* 47 : 79 - 80.

Winter, H. F., 1962. The comparative effects of various fungicide programs on fruit numbers and yields of apple trees. *Plant Dis Rept.* 45 : 560 - 564.

مراجع استعمال الماء الساخن

Arny, D. C., and C. Leben. 1955. The effect of water - soak treatment on germination of certain barley varieties grown at different locations *Phytopathology* 45 : 518 - 519.

Doling, D. A. 1965. Single - bath hot - water treatment for control of loose smut in cereals. *Ann. Appl. Biol.* 55 : 295 - 301.

Kavanagh, T. 1961. Temperature in relation to loose smut in barley and wheat. *Phytopathology* 51 : 189 - 193.

Russell, R. C. 1950. A study of the hot water treatment of barley for the control of loose smut. *Ibid.* 30 : 303 - 315.

---------------, and S. H. F. Chinn. 1958. The salt - water soak treatment for the control of loose smut of barley. *Plant Dis . Rept.* 42 : 618 - 612.

الاضرار الميكانيكية

Ramsey G. B, 1953. Mechanical and chemical injuries in "Plant diseases" U.S. D. A. Year book. 837 pp.


obeikandl.com

الباب الرابع

تلوث الهواء

Air Pollution

الباب الرابع

تلوث الهواء

Air Pollution

مقدمة :

يعتبر الهواء ركن أساسي فى هذه الحياة الدنيا، وهو مصدر طبيعي حيوي لكل الكائنات الحية سواء كانت نبات أو حيوان أو إنسان. ان التركيب الكيماوي للهواء بسيط جداً، ويعتبر النيتروجين المكون الأساسى للهواء حيث يكون نسبة ٧٨٪ من الهواء، ثم الاكسجين يدخل بنسبة ٢١٪. أما ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء ومكونات أخرى تدخل بنسبة ١٪. منذ ملايين السنين فان تركيب الهواء هذا يختلف إختلافاً بسيطاً من منطقة الى اخرى ويحدث له تلوث في بعض المناطق ويبقى نقياً فى أخرى. تسمى الملوثات التى تطرأ على الهواء بدون تدخل الانسان ملوثات طبيعية Natural Pollutants . ومن أمثلة الملوثات الطبيعية أبخرة البراكين، الأتربة المحمولة بالهواء، حبوب اللقاح، جراثيم الكائنات الحية الدقيقة، الميثان الصادر من الاراضي الغدقة، كبرتيد الهيدروجين الناتج من الكائنات الحية الميتة والمتحللة ومواد هيدروكربونية ناتجة من أنواع من الأشجار المخروطية. إن أي من هذه الملوثات الطبيعية لم يرتفع مستواه في الهواء الجوي الى درجة أثر على حياة النبات تأثيراً مؤذياً.

إن التعقيدات التي ادخلها الانسان في الحياة على سطح الأرض أدت إلى احداث تلوثات كثيرة في الجو والهواء وأن اضرارها تفوق مئات المرات أضرار الملوثات الطبيعية. تنتج الملوثات التي تأتي عن طريق الانسان من مصادر الطاقة، من تصنيع البضائع، الفضلات الصناعية المترسبة والتي لسوء الحظ تخلق منتجات وملوثات غير مرغوبة تسمى صنع الانسان (Man- made) أو تسمى ملوثات غير طبيعية Unnatural Pollutants.

وجد أن هذه الملوثات تؤثر تأثيراً سيئاً وقادرة على التأثير على حياة النبات. تحدث الاضرار الناتجة عن التلوث بسبب أن كفاءة الهواء الذي يمر فوق منطقة معينة قد لا يكون كافياً لتخفيف كثافة هذه المواد الضارة. ولسوء الحظ فإن المناطق المعرضة الى تلوث مركز،

تكون الأضرار الناتجة فيها عالية في الكمية والنوعية. إن منظمة الصحة العالمية قد أعلنت أن أكثر من ٥٠٪ من سكان العالم يعيشون في مناطق ذات هواء ملوث.

يحدث التلوث الصناعي (غير الطبيعي) في الجو ويسبب اضراراً للنبات. يمكن تقسيم مصادر هذا النوع من التلوث الى أربعة مجموعات وهي :

١ – جزيئات (أجزاء) معلقة في الهواء.
٢ – غازات ناتجة من تفاعلات غير كيمو ضوئية.
٣ – غازات ناتجة من تفاعلات كيمو ضوئية.
٤ – ظواهر متنوعة غير حوية.

وسوف نتناول كل واحدة من تلك المجموعات بالتفصيل.

اولاً : – الجزيئات او الأجزاء الدقيقة المعلقة فى الهواء
Particulate Matter

لا يوجد خط فاصل واضح بين الغازات والجزيئات الصلبة الملوثة في الهواء . إن الجزيئات الدقيقة التي يصل قطرها ٠,٠١ ميكرون يمكن أن تصنف على أنها جزيئات هباء أو دقائق. أما الجزيئات ذات القطر من ٠,٠١ – ١٠٠ ميكرون تسمى غبار أو دخان. إن اصطلاح غبار يضاف الى الاجزاء الصلبة ، أما دخان فيستعمل ليدل على نواتج الاحتراق. كلما كبرت الدقائق في الحجم كلما كان سقوطها على الأرض أسهل وأسرع ويقل بقاؤها في الجو. أما الهباء والدقائق الصغيرة فتبقى معلقة في الجو مدة طويلة.

إن كلا النوعين يعتبر من ملوثات الجو وهي تشمل مركبات عديدة مثل جراثيم الفطريات والطحالب، حبوب اللقاح وغبار التربة وتشمل الدخان المتصاعد من المصانع والسيارات والاكاسيد الناتجة من تنقية المعادن.

إن المصادر الرئيسية للجزيئات الموجودة فى الجو يمكن حصرها في الآتي : ١) احتراق الفحم، البنزين وزيت الوقود (٢) مصانع الاسمنت والطوب (٣) عمليات إنتاج وإطفاء الجير

(٤) حرق المواد العضوية وتحويلها الى رماد (٥) النشاطات الزراعية جميعها وما تشمله من حرق المخلفات الزراعية المريضة. هناك وسائل تلوث أخرى سوف نذكرها بالشرح.

في المناطق القريبة من الشوارع المرصوفة والمسفلتة (التي تسير عليها السيارات بكثافة عالية) وجد أن الرصاص من العوامل الأساسية التي تلوث الجو، فقد وجد أن مادة تترا إيثايل الرصاص التي تضاف الى البنزين لتزيد من صفاته الحسنة وتمنع الخبط في محرك السيارة، تخرج مع عام السيارة بكميات كبيرة. وفي دراسة على النباتات النامية بجانب الشوارع التي تسير عليها السيارات وجد أن هناك ٣٠٠٠ جزء في المليون رصاص في رماد تلك النباتات الملاصقة للشوارع وأن هناك ٥٠ جزء في المليون في النباتات التي تبعد ٥٠٠ قدم عن الشارع وإن النباتات التي تبعد ٢٥ قدم كان متوسط ما تحتويه ٨٠ - ١١٥ جزء في المليون. لا يوجد دراسة مستوفية عن نسبة الرصاص في الأشجار المتقدمة بالسن الموجودة حول الطرق، ولكن يظهر عليها اضطرابات فسيولوجية دليل على تأثير الرصاص عليها. ومن الجزيئات التى درست هي:

ا - غبار مصانع الاسمنت : -

لقد تبين أن الغبار الصاعد من مصانع الاسمنت له تأثيرات ضارة على النباتات، حيث أن هذا الغبار يترسب على سطوح أنصال الاوراق ويشكل طبقة تحجب أشعة الشمس عن سطح الورقة وقد تقفل الثغور التي يتم عن طريقها تبادل الغازات. لذلك فان هذا الغبار يسبب شحوب الأوراق ثم موتها في كل من الاشجار متساقطة الاوراق والمخروطيات. كذلك فان نمو الأفرع الصغيرة يبقى محدوداً، وباستمرار تعرض الاشجار سنة بعد أخرى لهذا الغبار تتوقف الأشجار عن النمو وتبقى ضعيفة، تفقد اللون الأخضر الزاهي وتظهر عليها صبغات بنية أو حمراء وكثيراً ما تتساقط الأوراق مبكراً. أما في الخضروات مثل الخيار والكوسة والطماطم فان النباتات تتأثر ويقف نموها بعد شهرين وتأخذ اللون البني، تكون الثمار المتكونة صغيرة وتلونها غير طبيعي.

لقد وجد ان جزيئات غبار مصانع الاسمنت تدمص الغازات الملوثة الموجودة في الهواء وعندما تترسب هذه الجزيئات على سطح النبات يزيد تركيز الغازات الملوثة على سطح النبات وتكون كافية لاحداث اضرار للنبات.

إن لهذه الجزيئات تأثيراً على عقد الثمار وقد تبين هذ واضحاً في أشجار الكرز، الكمثرى والتفاح وقد انخفضت نسبة العقد من ٥٠٪ في النباتات العادية الى ٦٪ فقط في النباتات المعرضة للغبار، وذلك لتأثير الغبار على إنبات حبوب اللقاح حيث أنه عندما يسقط الغبار على الازهار فيدخل في افرازات الميسم وبالتالي عندما تسقط عليه حبوب اللقاح فأنها لا تنبت ولا تلقح البويضة.

كذلك فان الغبار الصاعد من أتونات مصانع الجير وغبار الطرق غير المرصوفة الذي تثيره السيارات باستمرار على جوانب الشوارع والغبار الناتج من الكسارات وأماكن تحضير مصانع البناء والطوب، كلها تسبب نفس الاضرار الناتجة عن غبار مصانع الاسمنت.

٢ - جزيئات منتجات القطران.

إن التأثيرات الضارة من بخار أو غبار مصانع القطران أو الشوارع الموضوع عليها القطران أو أدخنة اذابة مركبات القطران، هذه التأثيرت لوحظت على النباتات التي تكون معرضة لهذه الجزيئات. تكون التأثيرات مختلفة وذلك حسب صفات المنتجات وكمية الغبار أو البخار الواصل الاجزاء الهوائية من النبات. يكون أقل الاضرار الناتجة من هذه المواد هو ذبول وظهور لون باهت وتبقع على الاوراق، بينما الابخرة القوية تسبب اضراراً أكبر بحيث تتجعد الاوراق وتنكمش وتتحول الى اللون البني وتسقط. يظهر في الأنسجة المتضررة أن تتبلزم الخلايا ويختفي الكلوروفيل.

تتأثر نباتات الزينة كثيراً بالأبخرة المتصاعدة من القطران، وجد أن نباتات الفاوينا الحمراء قتلت تماماً وأن الورد والعليق والكشميش حدث فيها تشوهات كثيرة، بينما تقزمت نباتات البطاطس وإنخفض إنتاجها، بينما في الأشجار المعمرة تحدث الأضرار وتتراوح من اصفرار وإنخفاض نمو وصغر حجم الاوراق الى خفض الاثمار سنوياً.

تظهر على اوراق نبات البيجونيا إنخفاضات على البشرة العليا في البداية تكون على شكل مناطق صغيرة متفرقة وتعطي مظهر جيوب على الأوراق، تصبح هذه الجيوب مندمجة وتفقد الكلوروفيل كلية وتتحول الى اللون البني. أما على الأوراق الحديثة فتظهر اولى الاعراض على شكل بقع صفراء ٣ - ٦ ملم قطراً. تحاط هذه البقع بعديد من الخلايا الغدية، أما الاوراق المتقدمة بالسن فيتحول لون سطح الورقة الى اللون الاصفر وتسقط عن الساق.

إن تسلسل الأعراض هذه يختلف باختلاف الأنواع المعرضة لأبخرة القطران وحسب التركيزات المختلفة من الابخرة، تنوي النباتات وتموت إذا تعرضت لدرجات حرارة عالية.

أما في الجيرانيوم فان الأوراق القديمة السفلية تتحول الى اللون الأصفر، أما الأوراق متوسطة العمر تتحول الى اللون البني الغامق وخاصة السطح العلوي للورقة أما الاوراق الحديثة جداً والتي لم تنفرد بعد الا جزيئاً فتظهر على حواف الاوراق مناطق بنية سوداء. لقد تبين أن هذه الأعراض تكون نتيجة إختراق أبخرة القار لبشرة النبات عن طريق الثغور.

من النباتات الحساسة لأبخرة القار، البنجر، الكرنب ومحاصيل الجذور الأخرى، ولكن نباتات العائلة النجيلية أقل حساسية لاضرار بخار القار.

إن المكونات الاساسية لأبخرة القار التي تسبب الاضرار للنبات هي، الفينولات، أنالين، بايريدين، البايرول. لقد تبين أن الأضرار التي تحدث للنباتات المجاورة للشوارع تعتمد على كمية الفينول في المركبات المستعملة. في حين تبين أن البايريدين يسبب اضراراً شديدة على الاوراق المعرضة للابخرة وتسبب بشكل اساسي بلزمة للخلايا وتحول التنينات في الخلايا الى اللون البني ولكن بدون تحطيم الكلوروفيل. وقد تبين أن كلا المركبين (الفينول، البايريدين) هما الفعالان في احداث الاضرار على الاوراق المعرضة لابخرة القار.

٣ - الضباب الدخاني Smog

يتكون الضباب الدخاني من ضباب يحمل معه جزيئات الدخان ، هذا الدخان يكون قادماً من مصادر مختلفة كثيرة على سطح الأرض. أول ذكر لهذا المركب كان في اوائل الاربعينات في مدينة لوس أنجلوس حيث أن هذه المدينة قلعة كبيرة ومركزاً عظيماً للصناعات الثقيلة وإن

جو هذه المدينة هو من أكثر أجواء المدن تلوثاً. بدأت الدراسة على الضباب الدخاني منذ بداية الحرب العالمية الثانية ودرس تأثيره على الانسان والحيوان والنبات، والذي يهمنا هنا هو تأثيره على النبات. ينتشر هذا الضباب الدخاني في أجواء المدن الصناعية الكبرى لذلك فان اضراره تكون محددة في الأماكن المحيطة بهذه المدن فقط. يُحمل مع الضباب الدخاني أنواعاً من الغازات الضارة احياناً وسوف تدرس هذه الغازات بالتفصيل.

ثانياً : - غازات ملوثة ناتجة من تفاعلات غير كيموضوئية

Non-photochemically Produced Gaseous Pollutants

تختلف هذه الملوثات عن الغازات الملوثة الاخرى حيث أن منشأوها يكون غالباً من مصدر سام للنبات وليس لها طرق تصنيع تتدخل فيها التفاعلات الضوئية. وأهم هذه المركبات هي :-

ا - مركبات الكبريت Sulphur Compunds

هناك عديداً من المركبات يدخل في تركيبها الكبريت وهي ملوثات هواء لها تأثير كبير جداً، من هذه المركبات ثانى أكسيد الكبريت، كبريتيد الهيدروجين - Mercaptans. إن أهم هذه المركبات هو مركب ثاني أكسيد الكبريت.

ثاني أكسيد الكبريت Sulphur Dioxide (SO_2) :

يعتبر هذا المركب من أكثر مركبات الكبريت تلوثاً للهواء، وزيادة على ذلك فانه أكثر إنتشاراً وأكثر المركبات نال قسطاً من الدراسة. هناك مصادر كثيرة لثاني أكسيد الكبريت الا أن أكثرها أهمية (١) احتراق الفحم (٢) إنتاج وتنقية واستعمال منتجات البترول والغاز الطبيعى (٣) تصنيع وانتاج واستعمال حمض الكبريت (٤) اذابة وتنقية المعادن الخام خاصة النحاس، الرصاص، الزنك والنيكل.

الأعراض والاضرار : -

هناك ثلاثة أنواع مختلفة من الاضرار (١) اضرار شديدة عندما يزداد التركيز عن ٠.٥ جزء في المليون (٢) اضرار حادة عندما يصل التركيز ٠.٠١ - ٠.٠٣ جزء في المليون. تظهر الأعراض تحت هذا التركيز على الأنواع الحساسة وتحت الظروف المناسبة (٣) اضرار غير مرئية أو غير ملحوظة بالعين المجردة خاصة بالنسبة لإنخفاض نسبة النمو، ولكن نسبة خفض الانتاج تكون واضحة ويمكن ملاحظة تغيرات أخرى بالتحليل الكيمائي. هذه الملاحظات تظهر عندما تكون نسبة ثاني أكسيد الكبريت أقل من ٠.٠٣ جزء في المليون. لا يوجد حد فاصل بين الأضرار الشديدة والاضرار الحادة، ولكن الاضرار الحادة تظهر في البداية وتتميز بتغير في تركيب الكلوروفيل.

يدخل ثاني اكسيد الكبريت النبات عن طريق ثغور الورقة ثم ينتقل الى المسافات البينية في الميزوفيل حيث يكون هناك على إتصال ومدمص على جدر الخلية الرطبة. يتحد في هذه المنطقة مع الماء ليشكل حمض الكبريتوز والكبريتات.

إن الاستجابات الاساسية لثاني أكسيد الكبريت هي نفسها لجميع الأنواع النباتية، ولكن بسبب الاختلاف في التشريح النباتي للأنواع النباتية المختلفة فانها تظهر أعراضاً مختلفة. بسبب الصفات التركيبية المختلفة فان الاختلافات الكبيرة تكون بين الأشجار ذات الأوراق الإبرية والأنواع ذات الأوراق العريضة.

الاضرار على الأنواع ذات الاوراق الابرية

Injuries on Needle-Leaved Species

إن أكثر الأعراض وضوحاً على الأوراق الابرية هي تلون الاوراق باللون البني المحمر، تكرمش الأنسجة وسقوط الأوراق المبكر والذي يعطي الشجرة مجموع خضري نحيف وضئيل مع وقف نمو الشجرة. يكون الضرر شديداً في كثير من المخروطيات ويكون واضحاً باللون الأحمر الخمري للأوراق الابرية، يكون التلوث احياناً على طول الورقة وأحياناً يكون مقتصر على قاعدة الورقة أو وسط الورقة أو قمتها، تتحول الأوراق الى اللون البني تتكرمش وتسقط

اذا كان تركيز الغاز عالياً. إن موت وتلون الأوراق يختلف وذلك حسب الأنواع وتركيز الغاز، ولكن بشكل عام تقصر حياة الأوراق. يمكن تلخيص الأضرار على الأشجار في الآتي : -

١ - قصر عمر الأوراق الابرية فيصبح عمر الورقة من ٢ - ٣ سنوات بدلاً من ٤ - ٥ سنوات وفي بعض أنواع الأشجار خاصة Fir ينخفض عمر الورقة من ١٠ - ١٢ سنة الى ٤ - ٥ سنوات.

٢ - ينخفض نمو الأشجار وتعطي حلقات خشبية ضيقة في الساق.

٣ - تصبح الأغصان الكبيرة عارية من القلف.

يمكن أن تسقط أوراق الصنوبر بعد ١ - ٣ سنوات في حين أنه في الوضع العادي تلتوي وتتجعد الأوراق بعد خمسة سنوات. تسقط الأوراق الابرية في شجرة الدوغلاس خلال بضع أيام أو بضع أسابيع من تعرضها لثاني أكسيد الكبريت.

عندما تتعرض النباتات الى تركيزات سامة من ثاني أكسيد الكبريت خلال شهور الصيف يبدأ موت وتحلل كثير من قمم الأوراق ويتجه هذا التحلل الى القاعدة ويمكن أن تتأثر جميع الورقة أو أجزاء منها ويظهر هذا خلال بضع أيام من تعرضها للغاز. اذا كان تركيز الغاز منخفضاً وفي بداية الاضرار، تتأثر خلايا الكلوروبلاست ولكنها لا تموت وعندئذ تظهر الأعراض على شكل شحوب حاد أو اصفرار في مناطق الورقة. كثيراً ما يتكشف شحوب وموت وتحلل مناطق صغيرة منتشرة على بعض الاوراق في العنقود الورقي ولا تظهر على جميع الاوراق. أما في الشتاء فتختلف استجابة النبات حيث الاضرار في الشتاء تأخذ مظهر الشحوب العام يتلوه ظهور حزم بنية مصفرة وبالتدريج بعد شهر أو شهرين فان الاجزاء الخضراء في الورقة تتحول الى اللون الاصفر، البني وأخيراً تلون بنى محمر. وهذا يختلف حسب الاستجابة الوراثية بين الأنواع لتأثير بالغاز.

تظهر الأعراض بشكل عام على الاوراق الابرية الحديثة او المتكونة في موسم النمو الذى تأثرت فيه الشجرة. أما الأوراق المتقدمة في السن والقريبة من قواعد الأفرع الكبيرة تكون ذات نشاط حيوي منخفض وتضررها يكون قليلاً. تظهر الأعراض اذا امتصت النباتات ١٠

جزء في المليون ثاني أكسيد الكبريت يومياً (بالنسبة لوزن الورقة الجاف). تكون الأضرار أقل حدة في شهور الشتاء عندما تكون الأوراق تقريباً ساكنة حيث يكون التبادل الغازي ضعيفاً. تكون النباتات أكثر حساسية وتأثراً خلال شهري ابريل ومايو عند إبتداء تكشف وتساقط الأوراق. تختلف أنواع الأوراق الإبرية في استجابتها لثانى أكسيد الكبريت وأكثر هذه الأشجار حساسية هي الدغلاس وأكثرها تحملاً العرعر Junipers وهناك قائمة بأسماء النباتات واستجابتها لثاني أكسيد الكبريت في كتاب Thomas *et al* سنة ١٩٥٠ مذكور فيها ٢٤ نبات حساس اولها البرسيم الحجازي ثم الشعير وتنتهي بالقمح وهناك حوالي ٢٢ نبات متوسط الحساسية تبدأ بالصنوبر الاصفر ثم الراندلون وتنتهي بالحور وهناك قائمة بها ٢٢ نبات مقاومة تبدأ بالجلاديولس وتنتهي ببراعم التفاح.

اضرار ثاني اكسيد الكبريت على النباتات ذات الأوراق العريضة:-

١ - البرسيم الحجازي : -

إن أكثر أنواع النباتات العريضة الأوراق حساسية لأضرار ثاني أكسيد الكبريت هو البرسيم الحجازي، ولقد درست الأعراض على هذا النبات جيداً. تكون الأعراض حادة أو متوسطة. اذا كانت الاضرار حادة تموت الخلايا. تتجمع كمية كبيرة من ثاني أكسيد الكبريت في خلايا الأنسجة وتفقد مقدرتها على الحصول على الماء وينتشر الماء الى المسافات بين الخلايا وتأخذ الأوراق مظهر اللون الأخضر الرمادي (شكل ٥٦) أو الغامق المائي، تجف هذه المناطق معطية الأوراق بقع ذات لون مبيض، أو اللون الاحوى الخفيف الى اللون العاجي تظهر مناطق ميتة متحللة تمتد خلال الورقة.

أما الأضرار المتوسطة فتظهر عند تعرض النبات الى تركيز يتراوح من ٠.٣ - ٠.٥ جزء في المليون من ثاني أكسيد الكبريت. تكون الأعراض على شكل أشرطة ضيقة متحللة من الأنسجة على طول حواف وقمة الوريقة ويمتد التحلل بدون إنتظام جهة حامل الورقة بين

العروق. اما إذا كان تركيز ثاني أكسيد الكبريت أكبر من ٠.٥ جزء في المليون وتحت أشعة شمس كثيفة ورطوبة نسبية عالية يميل التحلل لأن يمتد بين العروق. تمتد البقع داخليا من الحواف أو تكون محددة على شكل مناطق غير منتظمة فوق الوريقات. تختلف المناطق في الحجم والشكل من بثرات صغيرة الى مناطق كبيرة تتخلل جميع سطح الورقة. يتراوح الشحوب من اللون الأخضر العادي الى الاصفر الباهت على نفس الورقة ويكون أكثر كثافة إما على السطح العلوي أو السفلي للورقة. في بعض الحالات يكون الاصفرار فوق وعلى طول العروق معطياً الورقة شكل شجرة الميلاد Christmas Tree.

٢ - النباتات أحادية الفلقة : -

يمكن تمثيل الاضرار التي يحدثها ثاني أكسيد الكبريت على النباتات احادية الفلقة بالاضرار التي تظهر على نباتات الشعير الذى يعتبر أكثر محاصيل الحبوب حساسية لهذا الغاز. تحدث الاضرار اذا وصل تركيز الغاز الى (٠.٣ – ٠.٥) جزء في المليون. تظهر الاعراض على شكل إنتشار تلون أخضر رمادي على قمة الورقة، يتحطم الكلوروبلاست ويتوزع الكلوروفيل خلال السيتوبلازم. اذا تعرضت الأنسجة لأشعة الشمس فانها تصبح منهارة ومتهدلة وتنكمش بسرعة وتصبح مبيضة. إن التحلل الذي يظهر في قمة وحواف الأوراق يكون متبوعاً بالتبقع حيث يظهر بثرات أو بقعاً بين العرق الوسطي وحواف الورقة. إن أكثر أجزاء النبات حساسية هي قمة الورقة. اذا كان تركيز ثاني أكسيد الكبريت أقل من ٠.٣ جزء في المليون يظهر الشحوب فقط ولا يظهر التحلل. اذا تضررت نباتات القمح قبل الأزهار تظهر الأعراض على شكل احمرار قمة الورقة والتي فيما بعد تتحول الى اللون الأصفر وأخيراً الأبيض تماماً. إن هذا العرض نموذجي لبقية النجيليات والأعشاب النجيلية.

أما بالنسبة للابصال فانه بالاضافة الى صغر النبات وقلة حيويته وإنخفاض الانتاج، والنضج قبل الموعد المعروف للأبصال، فانها (أي الابصال) تعطي ازهاراً في السنة الاولى وينخفض تكوين الازهار في المواسم اللاحقة.

٣ - النباتات ثنائية الفلقة : -

أما في النباتات ثنائية الفلقة وخاصة في الأشجار متساقطة الاوراق والشجيرات، إن أكثر الأعراض إنتشاراً لاضرار ثاني أكسيد الكبريت هو المظهر البني المصفر الى البني الداكن لمناطق ميتة في نصل الورقة بين العروق، بينما أنسجة الميزوفيل الملاصقة للعروق تبقى خضراء لأطول وقت ممكن. بسبب وجود هذه المناطق الميتة بين العروق فيظهر على الأوراق أنواعاً مختلفة من التلون والاشكال. تظهر الاعراض على النباتات العشبية على شكل تغيرات تدريجية في اللون من البني المحمر الى الاسود تماماً أو من الأصفر الخفيف الى الأصفر المسود مع سيادة اللون الفاتح دائماً. تكون نباتات الكمثرى والحور الرجراج مسودة إذا أصيبت بأى كائن ممرض وذلك تحت تأثير ثاني أكسيد الكبريت. تظهر مناطق صغيرة عديدة بين العروق تكون ميتة ومتحللة ويتكون بقع بين العروق تكون محددة الحواف. تلتحم هذه البقع مع بعضها وتكون بقع متطاولة بين العروق الرئيسية. يمكن أن يبدأ التحل من حواف الورقة ويمتد الى الداخل بين العروق، في حالات نادرة يبدأ التحلل من العرق الوسطي ويمتد الى الخارج.

أما في الترمس فتبدو الأوراق مسودة كلية ويبدأ التلون من قمة الوريقات. اما في بنجر السكر يبدأ تلون الأوراق في مناطق بين العروق وتأخذ اللون البني المحمر. اما في البطاطس فتظهر صبغات ارجوانية محمرة وتلتف الاوراق، وهذه الاعراض يصعب تمييزها عن اعراض الاضرار الاخرى مثل الجفاف وسمطة الشمس واضرار التجمد. أما في الخس والكرنب فانها تنمو جيداً ولكن لا تكون رؤوس. اما ابرة الراعي يظهر عليها بقع منتشرة ثم تصبح مخططة.

أما بالنسبة للعنب وأشجار الفاكهة، يصغر حجم الثمار او لا يتكون ثمار وينخفض حجم العنقود في العنب وفي نهاية الموسم (أغسطس) يظهر بثرات بنية محمرة.



شكل رقم ٥٦: أعراض اضرار SO_2 بقع بيضاء، موت موضعي لحواف وبين العروق في اوراق البرسيم الحجازى.

ميكانيكية الأضرار Mechanism of Injury

يدخل ثاني أكسيد الكبريت الأوراق عن طريق الثغور المفتوحة. اذا كانت الثغور مقفلة فانه يحتاج الى تركيزات عالية من الغاز لاحداث الضرر. بعد أن يدخل غاز SO_2 الى الورقة فانه يُمتص على السطح الرطب للنسيج الاسفنجى الميزوفيل والخلاي البلاستيدية، في هذا الموقع يتكون $S\bar{O}_2^-$ السلفايت وهذه المادة شديدة السمية للخلايا وبالتالي فان الخلايا تموت فوراً اذا كان تركيز السلفايت كاف، أما إذا كان تركيزها منخفضاً فانها (أى السلفايت) تتأكسد الى سلفيت $(SO_4)^{-2}$ والتي هي أقل سمية نسبياً من السلفايت. من الممكن اذا كان تركيز SO_2 الموجود غير عال فان اكسدة السلفايت تكون بنفس سرعة تشكيلها في النبات وبالتالي تقل الاضرار. لقد وجد في بعض الأبحاث أن ثاني أكسيد الكبريت يمكن أن يخفض سرعة النتح والتمثيل الضوئى في بعض النباتات.

حساسية النباتات لإضرار SO_2

تختلف النباتات في حساسيتها للتأثر بثانى أكسيد الكبريت. بعض الباحثين ذكر أن البرسيم الحجازي هو أكثر النباتات حساسية في حين أن البعض الآخر يذكر أن الترمس هو الأكثر حساسية. وكما ذكر سابقاً فان *Thomas et al* سنة ١٩٥٠ أخذ عن دراسات الباحث Stoklase سنة ١٩٢٣ وذكر ترتيب ٤٤ نوعاً من النباتات بالنسبة لحساسيتها لثانى أكسيد الكبريت وذكر أول القائمة الترمس وآخر القائمة الشيكوريا. وأن البقوليات في قمة النباتات الحساسة. أما النجيليات والأعشاب فتقع في منتصف القائمة وأما البنجر والبطاطس والكرنب فهي في أسفل القائمة اي قريبة من المقاومة. أما بالنسبة للأشجار فوجد أن المخروطيات أكثر حساسية من متساقطة الاوراق باستثناء *Fraxinus excelsior* الذي هو أقل حساسية. وذكر أن *Picea excelsa* أكثر الأشجار الدائمة الخضرة حساسية، بينما *Taxus baccata* أكثر مقاومة وأن القيقب *Acer campestre* أكثر الأشجار متساقطة الأوراق حساسية بينما أشجار الفاكهة مثل الكرز، التفاح، البرقوق والمشمش متوسطة الحساسية بين المخروطيات والأشجار متساقطة الأوراق.

٢ - مركبات الهالوجين Halogen Compounds

إن أكثر مركبات الهالوجين المعروفة في تلويث الجو هي فلوريد الهيدروجين (HF)، سليكون رباعى الفلورايد (SiF_4)، كلوريد الهيدروجين HCl، والكلور Cl_2. إن المصادر الاساسية لمركبات الهالوجين هي (١) عمليات إختزال الالومنيوم (٢) عمليات تصنيع الاسمدة الفسفاتية (٣) مصانع القرميد (الآجر) والمصانع الفخارية الاخرى (٤) مصانع الفولاذ (٥) تنقية وتصنيع المعادن الاخرى.

أما الكلور Cl_2 وحمض الكلور فان مصادرهما تصنيع وتنقية الزجاج، القرميد، حرق النفايات، أما احتراق كلوريد البولي فينايل يؤدى الى إطلاق HCl. إن إنتشار استعمال كلوريد البولي فينايل في التغليف يؤدي الى زيادة تكوين HCl (حمض الكلور) ملوث في الهواء.

ا - الفلورايد (الفلوريد) Fluoride

لقد عرف التأثير الضار للفلوريد على النبات والحيوان والانسان منذ مئات السنين، ولكن تأثيره الضار أصبح ملموساً عندما إنتشرت صناعات الالومنيوم والمعادن الاخرى الغنية بمركب الفلوريد. ينتشر الفلوريد فى القشرة الارضية كمركب طبيعى للتربة، الصخور والمعادن مثل الكريولايت Cryolite، توباز Topaz، مايكا Micas وهورنبلندس Hornblends. عندما تسخن هذه المواد لأجل التنقية ينطلق منها كميات سامة من الفلوريد في الجو، وكذلك ينطلق الفلوريد من العمليات الصناعية والتي تكون فيها مركبات الفلوريد تصنع أو تستعمل كمساعدات أو مصهرات للمعادن.

تختلف كمية الفلوريد المنطلقة في الجو من بضع أمتار الى مئات الامتار المكعبة في اليوم الواحد في العالم وهذا يعتمد على حجم الانتاج وكمية الفلوريد في المواد الخام، ويمكن القول بأن نسبة الفلوريد تكون على بعد ميل واحد من المصانع حوالي ١٠٠ جزء في البليون وهذه حالة نادرة ولكن بشكل عام لا تزيد نسبة الفلوريد في الجو عن ١٠ جزء في البليون واذا زادت النسبة عن ١ – ٥ جزء في المليون تظهر الأعراض المرضية على النبات.

يدخل الفلوريد النبات بشكل أساسي عن طريق ثغور الورقة ويصل الى المسافات البينية ويصبح على إتصال مع الميزوفيل ويمتص الى داخل الخلية أو يذوب في الماء وينتقل خلال الأنسجة الوعائية الى قمم الاوراق والحواف حيث يتراكم هناك. كما وانه يمكن أن يتراكم الفلوريد في التربة وينتقل الى النبات.

الاضرار التي يسببها الفلوريد على النباتات : -

ا - الأوراق:

عندما تتعرض النباتات الى تركيزات عالية من الفلوريد لمدة كافية من الزمن تظهر الأعراض على النبات وتكون شدة الأعراض مختلفة حسب الأنواع المختلفة وحتى على الأوراق المختلفة في النبات الواحد. إن تراكم الفلوريد في اوراق الأنواع عريضة الأوراق، تتميز هذه الأعراض بوجود مناطق ميتة ومتحللة، شحوب أو كليهما. تكون الأعراض أكثر وضوحاً على قمة وحواف الورقة حيث يتراكم الفلوريد بتركيزات عالية. تتكشف ظاهرة التبرقش على حواف اوراق الحمضيات والحور والكرز. اما على العنب والمشمش (شكل ٥٧) والجلاديولس وهي

أكثر النباتات حساسية فيظهر على الأوراق مناطق مائية ذات لون أخضر رمادي غامق في الأنسجة على طول الحواف والقمة. يظهر على اوراق المشمش بقع شبه دائرية على حواف الورقة تكون بعرض ١/٤ - ١ إنش. يتكشف أحزمة منفصلة ضيقة محددة بنية الى محمرة، تنفصل المناطق المتحللة عن الأنسجة السليمة المجاورة، يمكن أن تسقط الأنسجة المتحللة تاركة الورقة مثقبة، ولكن الورقة نادراً ما تسقط حتى لو وصلت نسبة الفلوريد عدة مئات في المليون (في تجارب الصوبات الزجاجية). تكون الأوراق المتقدمة بالسن أكثر تحملاً من الأوراق الحديثة. تكون البراعم الورقية أكثر مقاومة ووجد أنها تستعيد كفاءتها لتنتج نموات جديدة حتى عندما يكون أكثر من ٥٠٪ من الورقة قد تحلل.

أما أعراض أضرار الفلوريد على النباتات احادية الفلقة يشابه الأضرار المذكورة في النباتات العريضة الأوراق. يظهر على الجلاديولس تموجات بنية حمراء تكون واضحة ومحددة. يظهر الموت والتحلل اولاً ويكون عادة شديداً على قمة الورقة ولكن يميل لأن يمتد الى أسفل باتجاه جانب واحد من الورقة أكثر منه في الجانب الثاني. عندما يتكشف آثاراً بسيطة من التحلل فانها تظهر بشكل عام على قمة الورقة أو على بعد إنش واحد من القمة.

تظهر الأعراض على السوسن والزنبق والنرجس والأنواع القريبة لها بأقل شدة مما سبق حيث أن هذه الأنواع متحملة، أما الأعراض على نباتات القمح والشعير فتميل لأن يكون اللون أبيض. اما في الذرة والسورجوم فيظهر أشرطة شاحبة أو مبرقشة، تتكشف بقع مصفرة على طول حواف الأوراق ويظهر الشحوب على شكل اشرطة متواصلة. وفي حالات الاضرار الشديدة تصبح الورقة كلها شاحبة وفي المراحل الاولى من التكشف يتكون بثرت خضراء صغيرة غير متضررة.

أما على الأوراق الابرية للمخروطيات فتظهر الأعراض على شكل تحلل يبدأ من قمة الأوراق الابرية المتكونة في نفس الموسم ويتقدم الى أسفل. تصبح الأنسجة المتضررة شاحبة وجلدية وأخيراً تصبح بنية ومحمرة. تكون الأوراق الابرية أكثر حساسية عندما تستطيل وتخرج في الربيع وكلما تقدم الموسم تصبح مقاومة. الأوراق الابرية المتكونة في السنوات اللاحقة تكون عالية المقاومة.

٢ - الأزهار والثمار : -

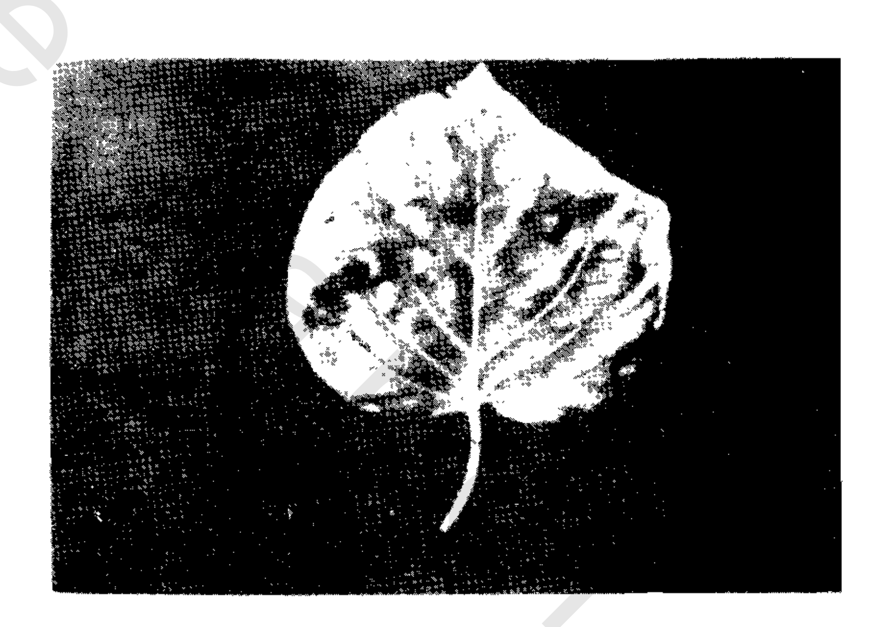
تكون الأزهار أكثر مقاومة للفلوريد ونادراً ما يظهر عليها اضراراً. ذكرت الاضرار على بتلات كل من ازهار البيتونيا وازهار بخور مريم حتى في غياب الاضرار على الاوراق. لم يلاحظ على أشجار المشمش أى أضرار حتى لو كانت الاضرار على الاوراق واضحة. أما الثمار فهي أكثر حساسية من الأوراق للفلوريد، والمثل المشهور للاضرار على الثمار هو ما يسمى مرض خيط الاتصال الطري في الخوخ Soft Suture (شكل ٥٨). يسمى هذا المرض احياناً باسم البقع الحمراء لخيط الاتصال. يتميز هذا المرض بظهور مواقع موضعية محمرة غير ناضجة على طول جانب خط الاتصال بين جزئي الثمرة باتجاه الثلث القاعدي من الثمرة، تميز المنطقة الحمراء عن المنطقة الصفراء الباهتة أو الخضراء المصفرة التي هي اساسية في الثمرة. أحياناً تنتفخ هذه المنطقة الحمراء وأحياناً تنضج هذه الأنسجة دون أن تستطيل وتتمدد الخلايا. وبالتالي تكون هذه المنطقة غائرة نوعا ما وناعمة. تظهر هذه الأعراض قبل جمع الثمار بحوالي ٢ – ٤ أسابيع. عندما تنضج الثمرة قد يتعفن هذا الجزء المحمر الطري. كذلك يتميز هذا المرض بانفصال لب الثمرة عن بعضه على طول خط الاتصال. يحدث الانفصال أيضاً تحت الجلد عندما تكون الحالة شديدة في الأصناف ذات الثمار الصفراء حيث تكون الأعراض واضحة تماماً. لقد درس هذا المرض دراسة مستفيضة في الكتب القديمة.

تختلف حساسية النباتات للفلوريد، فأكثرها حساسية الجلاديولس والمشمش والعنب، أما المتوسطة الحساسية فهي الجوز، الليمون، البرتقال، الورد، التفاح، السورجوم. اما النباتات المقاومة فتشمل الطماطم، القمح، الكمثرى، والعرعر.

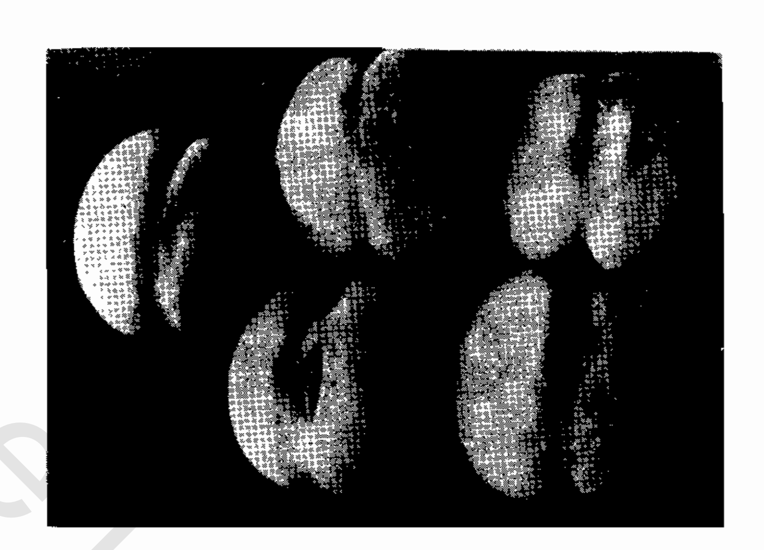
مشاكل تشخيص أعراض أضرار الفلوريد : -

تتشابه أعراض اضرار الفلوريد مع غيرها من الاضرار، مما يسبب مشاكل كبيرة في تمييز هذه الأعراض عن بعضها البعض، لذلك عند وجود مثل هذه المشاكل يجب استعمال النباتات الكاشفة على وجود الفلوريد للتأكد من سبب الاضرار، وكذلك التحليل الكيمائي للأوراق. يمكن أن تتشابه اضرار الفلوريد مع كل من : -

(١) اضرار الرطوبة الزائدة (٢) اضرار ثاني أكسيد الكبريت (٣) مع الاصابات الفيروسية (٤) مع اضرار نقص التغذية (٥) مع سمية البورون وخاصة في الحمضيات (٦) مع اعراض نقص الزنك على الذرة أو نقص البوتاسيوم.



شكل رقم ٥٧: أعراض أضرار استعمال فلوريد الهيدروجين على أوراق المشمش.



شكل رقم ٥٨: اضرار الفلوريد. أعراض الشريط اللاحم الطري في ثمار الخوخ (البقعة الحمراء على خط إتصال مصراعي الثمرة).

ب - الكلور (الكلوراين) chlorine

ينطلق الكلور الى الجو من المصانع أثناء العمليات الصناعية أو من انكسار المواسير أو الصمامات التي تنقل الكلور إلى محطات تنقية المياه أو أثناء معاملة القمامة، كذلك ينطلق من مصانع الزجاج. لقد وجد أن التركيز الضار على نباتات الفجل والبرسيم الحجازي يصل الى ١٠ جزء في المائة مليون عند تعرضها له لمدة ساعتين، أما النباتات الأقل حساسية مثل الدخان، الزينيا، البصل، الذرة، المستردة، عباد الشمس حدث لها اضراراً عندما تعرضت الى ١٠ جزء في المائة مليون لمدة أربع ساعات. إن معظم النباتات التي درس تأثير الكلور عليها حدث لها اضراراً على ٥٠ - ٨٠ جزء في المائة مليون لمدة أربع ساعات. بينت الدراسة أن الاضرار الناتجة من الكلور تنحصر في أربعة اضرار اساسية هي - الشحوب، التبرقش أو التنقيط، الموت والتحلل والاحمرار.

تظهر الأعراض في الحالات المتوسطة على النباتات ذات الأوراق العريضة على شكل شحوب فقط يظهر هذا الشحوب غالباً على حواف الأوراق ولكن احياناً يمتد الى الداخل بين العروق. احياناً يكون الشحوب مترافقاً مع تبرقش أو أنه يتحول الى لون برنزي وأعراض موت وتحلل كما يظهر على البلوط.

إن أعراض التبرقش التي يسببها الكلور تذكرنا بأعراض الأوزون والتي هي أكثر تشابهاً بسمية الكلور. يتكون هذا التبرقش من جزر صغيرة مبيضة، خلايا ميتة تظهر بين أصغر العروق أو القصيبيات. يكون التبرقش مركزاً على طول حواف الورقة وقمتها وعلى طول العروق، مع أن العروق نفسها تبقى خضراء بشكل مميز عن بقية أجزاء الورقة المبيضة (شكل ٥٩).

تكون أعراض الموت والتحلل مرتبطة بالتبرقش في الأنواع عريضة الأوراق واحياناً تظهر كأعراض مفردة، عندما يتكشف كلا العرضين فان الموت والتحلل يكون على حواف الأوراق ويكون التبرقش بين المناطق المتحللة والأنسجة السليمة. أما إذا تكشف التحلل لوحده فيكون غالباً على حواف الورقة ولكن يميل لأن يمتد الى الداخل بين العروق الكبيرة وأحياناً يتكون بقع بين العروق ذات لون أبيض يميل الى السواد أو تكون مبعثرة فوق نصل الورقة. يكون الابيضاض صفة مميزة لاضرار الكلور على الأعشاب (النجيليات) والحبوب ويكون شديداً على قمة الورقة ويمتد الى أسفل الحواف واحياناً على طول الورقة ليملأها.

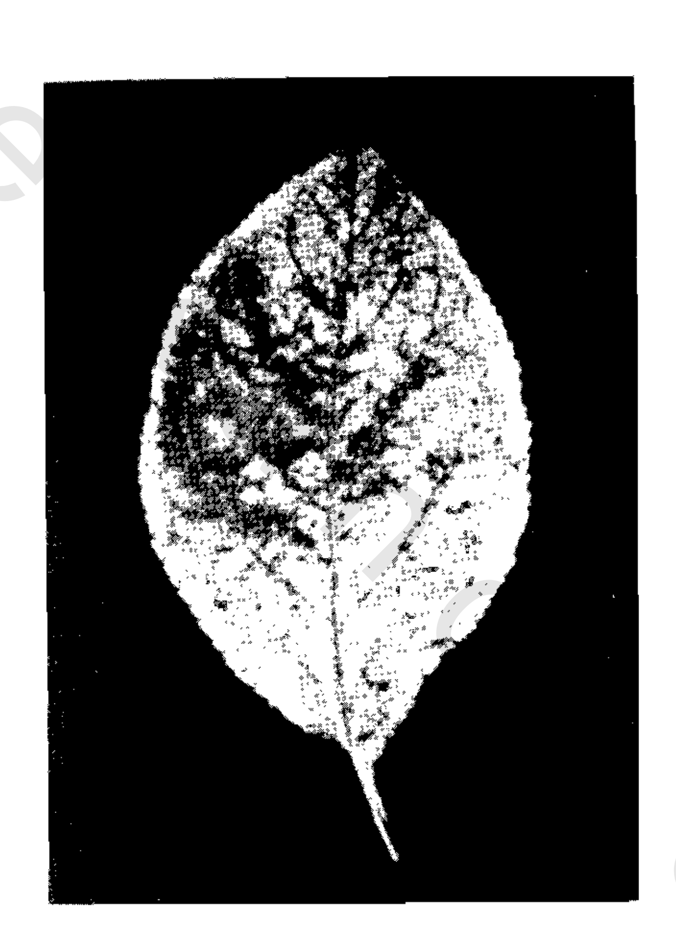
أما أعراض احمرار الورقة فيكون واضحاً على نباتات إبرة الراعي والهندباء البرية. تظهر الأعراض على شكل مناطق منتشرة على السطح العلوي للورقة خاصة باتجاه قمة الورقة والحافة، تكون هذه المناطق محمرة وغير منتظمة.

تكون الأعراض أكثر وضوحاً على الأوراق متوسطة العمر والمتقدمة بالسن وعادة ما تظهر على كلا سطحي الورقة. عندما تكون الأعراض مقصورة على وجه واحد فانها تكون غالباً على الوجه الأكثر ثغوراً. يكون هناك قابلية كبيرة للأوراق بأن تسقط حالاً بعد تعرضها للكلور.

يكون الموت والتحلل هو أكثر الأعراض شيوعاً على أشجار الصنوبر، التنوب والبيسيه. عندما تكون الأعراض حادة تظهر على شكل تحلل بني محمر يمتد من طول نصف الورقة

الابرية الى الأسفل. إن هذا التلون يصعب تمييزه كصفة مميزة لاضرار الكلور وذلك لتشابهه مع أعراض التلوث الاخرى ولكن وجود حزام ضيق من التبرقش حوالى $^{1}/_{4}$ إنش عرضاً محيطاً بالنسيج المتحلل هاماً في تشخيص اضرار الكلور. إذا كان تركيز الكلور منخفضاً فانه يسبب شحوب أكثر من تبرقش أو موت وتحلل.

إن أكثر النباتات حساسية للكلور هي البرسيم الحجازي، الفجل، الهندباء البرية، الكتلبه، كستناء الحصان، البيتونيا، الاقحوان، البيسيه وغيرها.



شكل رقم ٥٩: أعراض اضرار الكلور على اوراق البرقوق.

٣ - الإيثيلين $CH_2 = CH_2$ (Ethylene)

الإيثيلين مادة هيدروكربونية غير مشبعة من سلاسل الأولفين (Olefin Series) ولقد عرف على أنه ملوث هوائي منذ القدم حوالي سنة ١٨٧١ وكانت مصادر الايثيلين مقصورة على احتراق الفحم وانطلاق الغازات من المؤسسات ذات المنافع العامة. تطلق المصانع في الجو حوالي ٣٪ من غاز الايثيلين. كذلك يمكن أن تتكسر مواسير نقل الايثيلين في التربة وينتشر قرب جذور النباتات ويصل الى تركيز يقتل أشجار ونباتات الصوبات الزجاجية.

إن المصدر الرئيسى الان للإيثيلين كملوث للجو هو متورات السيارات، احتراق الغاز الطبيعى، احتراق الفحم أو الخشب، مصانع البتروكيماويات، الاحتراق غير الكامل لجميع المواد العضوية والاحتراق الكامل لبعض المواد العضوية، احتراق المواد الزراعية المعفنة، رماد البيوت والتفاعلات الاخرى. حتى إن الدخان الصادر من السيجار والسيجارة تبين أنه يحوي إيثيلين بمقدار ما. كذلك فان الايثيلين ينتجه النبات طبيعياً كمثبط للنمو (لزيادة معرفة دور الايثيلين في النبات يرجع الى كتاب منظمات النمو وعلاقتها بأمراض النبات سنة ١٩٨٠ للمؤلف).

ينتج الاثيلين طبيعياً بواسطة النبات ويقوم بمجموعة تأثيرات على النبات من ضمنها، الشحوب، سقوط الورقة، تدلى الورقة، تشجيع الجذور العرضية ونضج الثمار. يسبب الاثيلين زيادة فى نفاذية أغشية الخلية التى تصبح متأثرة بالاصابة. ومن ناحية أخرى فان الاثيلين يحث تكوين السموم النباتية (الفايتوالكسن) فى بعض الانسجة ويحث على بناء وتنشيط عديداً من الانزيمات التى من الممكن أن تلعب دوراً فى زيادة المقاومة للاصابة. ينتج الاثيلين بواسطة عديداً من الفطريات الممرضة للنبات والبكتيريا. فى ثمار الموز المصابة بالبكتيريا الممرضة (*Pseudomonas solanacearum*) فان محتواها من الاثيلين يزيد متناسباً مع (قبل النضج) اصفرار الثمار، بينما لم يمكن اكتشاف اثيلين فى الثمار السليمة، كذلك فان الاثيلين يدخل فى اظهار اعراض تدلى الاوراق وفى مظاهر الذبول الوعائى وفى تساقط الاوراق قبل الأوان الملاحظ فى أنواع عديدة من أمراض النبات.

اذا وصلت نسبة الإثيلين في الجو الى ٠.٢ جزء في المائة مليون تحدث اضراراً للنباتات.

الأمراض التي يسببها الاثيلين: -

(١) مرض السبلة الجافة Dry sepal Disease

إن أول أعراض هذا المرض تظهر على شكل شحوب على السبلات البتلية لأزهار الاوركد ذات المنظر الرائع وتجف هذه السبلات إبتداءً من القمة ثم يتجه الى أسفل وتظهر الاعراض حال خروج الأوراق هذه من البرعم، غالباً ما يسقط البرعم قبل أن يتفتح ولكن اذا بقي وتفتح فان قمم السبلات تكون شفافة ومتحللة، لقد أمكن احداث هذا المرض صناعياً عند تعريض نباتات الأوركيد ٢٤ ساعة للاثيلين تركيز ٠.٢ جزء في المائة مليون أو ٥ جزء في المائة مليون لمدة ٦ ساعات. إن ٠.٢ جزء في المليون قللت القيمة التجارية للأزهار وإنخفض سعرها ٢٥٪. ولقد تبين أن هذا المرض يصيب أزهاراً أخرى غير الاوركيد، مثل القرنفل، الورد، الكاميليا، الاقحوان وفم السمكة.

(٢) مرض النوم في القرنفل والقطن Sleepiness

يصيب هذا المرض ازهار القرنفل ويتسبب عن الايثيلين. لقد سبب المرض خسائر تقدر ٧٠٠٠٠٠ دولار سنة ١٩٦٣ في لوس أنجلوس. تتحول بتلات الأزهار الى اللون الاصفر ثم تنوي، تبقى البراعم جزئياً أو كلياً مغلقة وتتفتح الأزهار ببطء أو لا تتفتح أبداً.

أما تأثير الايثيلين على نبات القطن فوجد أن المحصول يتحطم نهائياً في المناطق التي ترتفع فيها نسبة الايثيلين الى ٣٠٠ جزء في المائة مليون وتظهر الأعراض وكأن النباتات رشت بمبيد الحشائش 2,4 - D. يظهر على النباتات جيوب ورقية، احمرار وشحوب، يحدث تشجيع للأزهار ولكن تسقط جميع الثمار. اذا ارتفعت نسبة الايثيلين الى ١٠ جزء في المليون فان أعراض ضرر الايثيلين تكون على شكل موت وتحلل في الأوراق السفلية، شحوب في براعم الأزهار، تثبيط نمو القمة وزيادة عدد العقد وقصر السلاميات وزيادة الأوراق الحديثة. هذه الاعراض يمكن معالجتها بوقف الايثيلين عن النباتات ولكن التشوهات التي حصلت على الأوراق لن تعود ثانية الى وضعها الطبيعي. في الحشائش والنجيليات يحدث سقوط الأوراق حتى في غياب الشحوب وتسقط الفريعات الصغيرة.

٤ - الأمونيا Ammonia

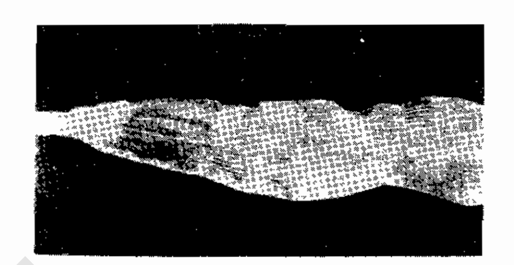
عرفت الأمونيا على أنها ملوثة للهواء منذ سنة ١٨٩٣. تتسرب الأمونيا الى الجو من عدة مصادر من أجهزة التبريد، من المخازن المبردة، من مصانع أسمدة الأمونيوم ومن مصانع حمض النيتريك، طرق الاحتراق وموتورات السيارات، يمكن أن يصل تركيز الأمونيا في الجو الى ٢٠ جزء في المائة مليون.

تظهر الاضرار التي تسببها الأمونيا على شكل بقع غامقة على الاوراق أو تصبح الأوراق سوداء كلية. تظهر اوراق الشعير والذرة بيضاء (شكل ٦٠)، بينما اوراق الراي والقمح يتكشف عليها بقع صدئة خاصة على طول الحواف. يظهر على أشجار الازلية والكستناء بقع بنية داكنة بين العروق لا تلبث أن تتحول الى اللون الاسود ثم تجف الورقة. يتكشف على ازهار الأزلية الحمراء بقع بيضاء ذات شكل اسفيني، اما الاصناف ذات الأزهار البيضاء فيتكشف عليها بقع بنية. يظهر على الاوراق الابرية لشجرة البيسيه لون أسود في حين أن الأوراق الحديثة تصبح صفراء محمرة.

إن كميات قليلة من الامونيا تسبب تغير في لون صبغات الثمار في الفواكه والخضار. تحدث أضرار لكل من التفاح، الكمثرى، الخوخ، البرقوق والبصل. يخترق الغاز الثغور أو يدخل خلال الشقوق في البشرة ويتفاعل هناك. هذا التفاعل القلوي يسبب تحطيم الصبغات وبالتالي تغير اللون.

وجد أن المستردة وعباد الشمس أكثر الأنواع حساسية فيتكشف عليها بقع متحللة ميتة عندما تتعرض لتركيز ٣ جزء في المليون أمونيا ووجد أن الأعراض النمونجية عند تبخير النباتات بالامونيا هو ظهور لون برنزي بني داكن معدني فاتح على البشرة العلوية، وبقع غير منتظمة بنية غامقة، احياناً تمتد على طول الورقة. تكثر البقع على قمة الورقة وعلى طول الحواف. اما على الخس تصبح الأوراق حمراء الى بنية على البشرة العليا بالقرب من الحواف وتبقى العروق الكبيرة خضراء.

تظهر الأعراض على البرسيم الحجازي على شكل مظهر مائي لامع الى أخضر فاتح يكون متبوع بشحوب بين العروق، اذا كانت الاضرار شديدة تبيض قمة وحواف الاوراق ويحدث فيها موت وتحلل يمتد بين العروق الكبيرة.



شكل رقم ٦٠: أعراض اضرار أبخرة الأمونيا على أوراق الذرة. تركيز ٤٠ جزء في المليون لمدة ساعتين.

٥ - اكاسيد النيتروجين Nitrogen oxides

إن كلاً من أكسيد النيتريك (NO) وثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) ، رابع اكسيد النيتروجين (N_2O_4)، كلها ملوثات للهواء. إن حوالي ٧٪ من ثانى أكسيد النيتروجين في الجو ينشأ من احتراق البنزين في موتورات السيارات. هناك مصادر أخرى لثاني أكسيد النيتروجين وهي الأفران ومصادر توليد الطاقة ومصانع تكرير البترول ومصانع المطاط والصابون.

لقد كان أول ذكر للاضرار التي يحدثها ثاني أكسيد النيتروجين سنة ١٩٥٤ في ايطاليا حيث يسبب تبقع وموت موضعي للساق، تساقط الاوراق وموت القمم في أشجار الخوخ. تظهر الأعراض على اوراق الكرز والخوخ على شكل بقع متحللة صغيرة بين العروق.

في الدراسات المعملية على ثاني أكسيد النيتروجين تبين أن ١٠ – ٢٥٠ جزء في المليون لمدة تتراوح من ١٠ دقائق الى ثمانية ساعات، فان هذا الغاز سبب إنهيار سريع للأنسجة، موت موضعي وتساقط اوراق ١٠٠٪. ولقد تبين أن الخلايا البلاستيدية هي التي تتضرر بسرعة، يحدث تلون في الأنسجة بين العروق وموت موضعي.

تبين في بعض الدراسات أن أكاسيد النيتروجين تسبب مجموعتين رئيسيتين من الاضرار. المجموعة الاولى هي إنهيار، ظهور بقع متحللة صغيرة غير منتظمة الشكل بيضاء الى بيضاء مسودة تظهر بين العروق الثانوية الكبيرة بالقرب من حافة الورقة. اما المجموعة الثانية فهو ظهور غلاف أخضر لامع شمعي على اوراق بعض أنواع النباتات. إن هذا اللمعان يكون على كلا سطحي الورقة في نبات رجل الاوزة Pigweed، وعلى سطح الورقة العلوي في نبات المستردة. إن التركيزات العالية ٢٠ – ٥٠ جزء في المليون من (NO) تسبب اضراراً غير ملحوظة في الحقل، في حين أن ٤ – ٦ أجزاء في المليون من NO_2 كانت كافية لاحداث اضرار على نباتات البرسيم الحجازي والشوفان حيث جعلت الاوراق بيضاء بين العروق، هذا في ضوء الشمس اما في الظلام فكانت نسبة ٨ جزء في المليون كافية لاحداث اضراراً على الشوفان. اما على البرسيم الحجازي فكان ٢ جزء في المليون في الظلام تسبب ظهور الأعراض. وجد أن الثغور تغلق بسرعة في الظلام عند وجود NO_2 ولكن ثغور الاوراق في البرسيم الحجازي تبقى مفتوحة في وجود NO_2. حتى في النهار زادت نسبة سعة الثغور المفتوحة ٥٠٪ عند وجود NO_2 عنه في حالة الهواء النقي.

٦ – المطر الحمضي Acid Rain

إن المطر غير الملوث عادة يحتوي ماء نقي (H_2O) والذي من المحتمل أن يكون ذائباً فيه ثاني أكسيد الكربون CO_2، بعض الأمونيا NH_3 التي تكون نشأت من مادة عضوية موجودة في الماء على شكل NH_4 وكميات مختلفة صغيرة من الكاتيونات (Na^+، K^+ ، Mg^{++} ، Ca^{++}) وانيونات سالبة مثل (SO_4^{--} , Cl^-). أيضاً فان حموضة الماء النقي متعادلة pH7. إن درجة حموضة المطر غير الملوث تكون عادة ٥.٦، يعني أنه يميل الى الحموضة قليلاً، مثل هذا

المطر يقال عنه أنه عادي، عندما تصبح حموضة المطر أو الثلج أقل من ٥.٦ عندها فقط يعتبر المطر حمضي.

ينتج المطر الحمضي من نشاطات الانسان، بقايا واحتراق الوقود (زيوت، فحم، غاز طبيعي) والغازات المتصاعدة من استخراج مركبات الكبريت والمعادن، هذه النشاطات تؤدي الى إنطلاق كميات كبيرة من الكبريت وأكاسيد النيتروجين في الجو، هذه الغازات عندما تتلامس مع الرطوبة الجوية تنقلب الى أقوى حامضين هما حمض الكبريت وحمض النيتريك وتسقط على الأرض مع المطر أو الثلج.

إن حموضة المطر والثلج فوق مساحات كبيرة من العالم تتراوح من ٤ – ٤.٥ pH والتي هي أكثر حموضة بمقدار خمسة الى ثلاثين ضعف منه في المناطق المنخفضة (٥.٦ pH) والتي لا تكون معرضة للتلوث. إن أقل درجة حموضة للمطر سجلت حتى الان هي ٢.٤ pH في اسكتلندا، ١.٥ pH في غرب فرجينيا، ١.٧ pH في لوس أنجلوس، وهي اكثر حموضة منها في الخل pH_3 ومن حمض عصير الليمون pH2.2. لقد قدرت هذه الحموضة في المطر الحمضي بأنها ٧٠٪ من حمض الكبريت وأن حمض النيتريك حوالي ٣٠٪. بالاضافة الى الكبريت الموجود في الحمض المحمول في المطر، من المعتقد أن كمية مساوية تقريباً من الكبريت تصل الى سطوح الاوراق عن طريق الترسيب الجاف لجزيئات الكبريت في الجو الرطب أو الملبد بالغيوم فان هذا الكبريت يتاكسد الى حمض الكبريت.

يمارس المطر الحمضي تأثيرات مختلفة وذلك عن طريق الزيادة الكبيرة في ذوبان جميع أنواع الجزيئات وعن طريق مباشر أو غير مباشر يؤثر على كثير من أنواع الحياة. الطريق المباشر من خلال خفض رقم الحموضة وسمية أيونات كل من NO_3^{--}, SO_4^{--}. أما الطريق غير المباشر هو ذوبان الجزيئات. إن التأثير غير الملائم للمطر الحمضي على الكائنات الحية الدقيقة، النباتات وعلى أسماك الأنهار والبحيرات قد تأكد جيداً. إن تأثيرات المطر الحمضي على نباتات المحاصيل هو أكثر صعوبة في التأكيد.

إن التجارب التي استعمل فيها مطر حمضي (pH3) حيث أضيف الى النباتات تحت بعض الظروف، تكشف على الأوراق المعاملة نقر، تبقعات وتجعدات وأن النباتات المعاملة سواء

ظهر عليها أعراض ام لم يظهر فقد أظهرت هذه النباتات نقصاً في الوزن الجاف، أيضاً فان بذور بعض أنواع النباتات نبتت في التربة المعاملة بالمطر الحمضي أحسن من إنباتها في التربة غير المعاملة وحصل العكس بالنسبة لبعض الأنواع الاخرى. كذلك فان التجارب التي عملت لتحديد تاثير المطر الحمضي على إبتداء وتكشف امراض النبات قد أظهرت فى بعض الامراض مثل صدأ البلوط *Cronartium fusiforme* أن ١٤٪ من الجراثيم التيليتية تكونت تحت تاثير المطر الحمضي (pH3) عنها تحت تاثير مطر حمضي (pH6). وأن الفاصوليا المعاملة بمطر حمضي (pH3.2) كان عليها ٣٤٪ من كتل بيض النيماتودا عنه في حالة المعاملة بمطر حمضي (pH6). ومن ناحية أخرى فان كلاً من المرض البكتيري اللفحة الهالية وصدأ الفاصوليا كانا احياناً أكثر شدة على النباتات واحياناً معتدلة تحت تاثير المطر الحمضي (pH5.6)عنه في حالة المطر الحمضي (pH6) وبشكل عام وبالرغم من وجود بعض الدلائل على أن المطر الحمضي يسبب درجات متفاوتة من الاضرار لبعض النباتات على الأقل، الا أن المعلومات المؤكدة والكثيرة لا تزال غير واصلة إلينا وغير كافية لتحديد مدى هذا الضرر على المحاصيل المختلفة في المناطق التي يحدث فيها مثل هذا المطر.

وفى دراسة حديثة أجراها الدكتور أحمد عبد الوهاب أستاذ البيئة بكلية الزراعة (مشتهر) بجامعة الزقازيق.(مصر) إستمرت ثلاثة سنوات من ١٩٩٠ - ١٩٩٢ على الأمطار الحمضية فى مصر، أظهرت النتائج النهائية أن مياه الأمطار التى تتساقط على مصر تحتوى على كميات من الاحماض بحيث يصل رقم الحموضة فى المطر الى (pH 5.2) وهذا الرقم ارتفع الى (pH 5.8) بعد حرب الخليج.

لقد ثبت فى البحث أن الأمطار الحمضية الساقطة فى مصر تحتوى على بقايا مبيدات ومواد صلبة وهذه تؤثر على إمتصاص النباتات للمواد الغذائية وبالتالى تؤثر على صحة الانسان. لقد لاحظ الباحث أن الأمطار الحمضية الساقطة على بعض المناطق مثل منطقة الصالحية تسبب حدوث ذبول وحروق فى أطراف اوراق النباتات بعد سقوط الأمطار عليها مع تدهور شديد فى حالة النباتات. لقد أتضح من تحليل الأمطار المتساقطة على كل من القاهرة والاسكندرية أنها تحتوى على نسبة عالية من الأحماض والمواد الصلبة العالقة فى الماء وهى

عبارة عن أتربة وعناصر ثقيلة مثل الحديد، الرصاص والزنك وكذلك احتوت على الكبرتيات والبيكربونات، الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم والمنجنيز.

لقد كشفت النتائج عدة حقائق منها: - إن كمية الملوثات التى تحملها الأمطار تختلف من منطقة الى أخرى كما اختلفت كمية الملوثات طبقاً لعدد مرات الأمطار، فكانت أمطار المرة الأولى محتوية على نسبة عالية من الحموضة والمواد الملوثة أكثر منها فى المرات التالية.

تبين من الدراسة أن حموضة المياه الساقطة كانت تتراوح من (pH 5.1 - 5.6) فى القاهرة أما فى الاسكندرية فكانت pH 5.3. كما ثبت وجود مبيد اللندين بتركيز ٣٦ جزء فى البليون، ومبيد ال د.د.ت بتركيز يتراوح ١٠ - ٤٢ جزء في البليون.

ذكر الباحث أن نزول هذه الأمطار على الأرض يسهل عملية ذوبان العناصر الثقيلة التى قد يمتصها النبات وتصبح ضارة بصحة الانسان كما وانها تؤثر مباشرة على فسيولوجيا النبات حيث تسبب أحياناً فى خفض إنتاج المحاصيل خاصة الفول البلدى والحمضيات اذا تساقطت أثناء الأزهار.

ثالثاً : غازات ملوثة ناتجة عن تفاعلات كيموضوئية

Photochemically Produced Gaseous Pollutants

كان يعتقد قديماً أن الغازات غير الناتجة عن تفاعلات كيموضوئية هي أساساً ملوثات الهواء أو ملوثات البيئة وهي التي تسبب اضراراً للنبات، ولكن منذ حوالي عشرين سنة أمكن تمييز ملوثات أخرى في الجو وفي الهواء تسبب اضراراً للنبات، هذه الملوثات يحدث فيها بعض التغيرات بعد إنطلاقها من مصادرها الاساسية وتتفاعل مع أشعة الشمس أو العوامل الجوية الأخرى أو مع كليهما وتسبب أضراراً للنبات أو تكون سامة على النبات والحيوان. إن معظم هذه المواد السامة تنشأ عن مواد غير سامة وبعد تفاعلها تتكون المادة السامة.

من أهم المواد التي سنشرحها بالتفصيل (١) الأوزون (٢) بيروكسي أستيل نتريت PAN

ا - الاوزون (O_3) OZONE

الاوزون هو مركب طبيعي يوجد في الطبقات العليا من الجو حيث يلعب دوراً حيوياً في امتصاص وتنقية وحماية الغلاف الجوي من الأشعة فوق البنفسجية الضارة. كذلك فان الاوزون يتكون بكميات كبيرة نتيجة تفاعلات بقايا احتراق متورات السيارات مع أشعة الشمس. يزداد تركيز الاوزون في هذه الأيام وفي بعض المناطق الصناعية زيادة مخيفة تهدد صحة الانسان وإنتاج المحاصيل. لقد لوحظ ضرر الاوزون وسميته الكبيرة لأول مرة سنة ١٩٥٨ (Richards *et al*). لقد ذكر تأثيره الضار على النباتات الحولية وعلى المحاصيل الحقلية، الخضار الورقية، الحبوب، محاصيل العلف، محاصيل الالياف، الشجيرات، نباتات الزينة، أشجار الفاكهة وأشجار الغابات كلها تتضرر بالأوزون.

مصادر الأوزون:-

إن كميات قليلة من الأوزون تضاف الى الجو عن طريق الشحنات الكهربائية، مثل اضاءة الكشافات الكهربائية، كميات أخرى كبيرة يمكن أن تنزل من طبقات الجو العليا عن طريق الانسيال أو التدفق العمودي، ولكن الكميات الكبيرة من الاوزون الموجودة في البيئة المحيطة تتكون كيميائياً عن طريق تفاعل الأشعة الفوق بنفسجية مع أكاسيد النيتروجين.

يتكون الاوزون بكميات كبيرة في أجواء المدن الصناعية حيث تتوفر مواد التفاعل. إن طرق الاحتراق الوفيرة ومصادرها، خاصة موتورات الاحتراق الداخلي غير الكامل في السيارات تطلق يومياً اصنافاً من مخلفات هيدروكربونية واكاسيد نيتروجين في الجو. إن الحرارة الصادرة من اي لهب او توهج تسبب إتحاد الاكسجين مع النيتروجين الجوي (بدون الحرارة لا يتحدان وهذه الحرارة تتوفر في الافران وفي متورات السيارات) وتكون اكاسيد النيتروجين، كلما كانت حرارة اللهب أو التوهج عالية كلما كانت الكمية الناتجة من اكاسيد النيتريك كبيرة. يتأكسد اكسيد النيتريك (NO) الى ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) مستعملاً الاكسجين الجوي ولكن الطاقة الصادرة من أشعة الشمس سرعان ما تحطم NO_2 وترجعه الى (NO) وينطلق ذرة اكسجين والتي تتحد مع جزيء الاكسجين الجوي لتشكل الاوزون. ويمكن توضيح ذلك بالمعادلات : -

١ – يتحد الاكسجين الجوي مع النيتروجين الجوي في وجود الحرارة سواء كانت من الافران أو من موتورات السيارات أو أي مصادر أخرى

$$N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{حرارة عالية}} NO$$

٢ – في بعض المناطق تكون السيارات مسئولة عن ٧٠ – ٨٠٪ من كميات (NO) الموجودة. وجد أن أكسيد النيتريك يتدخل مع مخلفات صناعية أخرى في الهواء الطلق وبوجود الأشعة فوق البنفسجية ٢٩٠٠ – ٣٧٠٠ نانوميتر مع وجود الالوفينات مثل الإثيلين، Pro-pylene ، Isobutylene ، يتكون ثاني اكسيد النيتروجين

$$NO + O_2 \xrightarrow[\text{UV/ LIGHT}]{\text{hydrocarbons}} NO_2$$

٣ – تحت تأثير أشعة الشمس فان ثاني أكسيد النيتروجين يفقد ذرة اكسجين والتي تتحد مع جزيء اكسجين لتكون الأوزون.

$$NO_2 + O2 \xrightarrow{\text{UV/light}} NO + \{O\}^-$$

$$\{O\}^- + O_2 \longrightarrow O_3$$

إن الأوزون غير ثابت ونظرياً يجب أن يتحطم ويرجع بالتفاعل العكسي الى أكسجين وأن يختفي الاوزون من الجو، ولكن لا يحدث هذا في الواقع وذلك لأن مركبات الهيدروكربون متوفرة بكثرة في الجو وخاصة أجواء المدن وتتفاعل مع NO وبالتالي توقف التفاعل العكسي وبذا يتراكم الاوزون. في حالة أشعة الشمس الساطعة وفي غياب التفاعل العكسي فان NO_2 يكون له فترة نصف حياة مقدارها ١ – ٢ دقيقة، أما في الظلام فان التفاعل يكون معكوساً بسرعة ويتجمع ثاني أكسيد النيتروجين على حساب الاوزون.

أما الطريقة الثانية التي يتوفر بها الاوزون في الهواء، فحيث أن الطبقات العليا الخارجية في الجو غنية بهذا الغاز فان الاوزون يمكن أن ينزل قريباً من الأرض تحت بعض الحالات الخاصة مثل تدفق إشعاعي من الجهات القطبية الباردة والاعاصير القوية المضادة.

وكذلك هناك طريقة أخرى يمكن بها أن يصل تركيز الاوزون الى حد ضار بالنبات وهي العواصف الرعدية والبرق الشديد.

لقد ذكر أن أعلى تركيز للأوزون كان في سماء مدينة لوس أنجلوس حيث وصل التركيز الى واحد جزء في المليون ويتراوح التركيز يومياً ٠.١٥ – ٠.٣٨ جزء في المليون صيفاً وتصل الى ٠.٠٥ – ٠.١ جزء في المليون شتاءً. يحدث اضراراً للنباتات اذا وصل تركيز الاوزون ٠.٠٥ جزء في المليون وهذا التركيز يمكن أن يوجد بالقرب من كثير من المدن الصناعية. لا يبقى الاوزون في الجو مدة طويلة وإنما يتفاعل مع كيماويات أخرى في الجو خاصة الغازات التي تكون منها وكذلك مع سطح الارض ومع سطوح النباتات وسرعان ما يتعادل.

عندما تتعرض اوراق النباتات الى الاوزون فان الخلايا الحارسة في البشرة سرعان ما تستجيب لذلك وتفقد إنتفاخها وسرعان ما تغلق فتحة الثغر. مع أن هذه الإستجابة وغلق الثغور تحمي النبات من الملوثات الاخرى، الا أنها تفشل في منع دخول كمية كافية من الاوزون تسبب اضراراً للنبات.

قبل أن تظهر سمية الأوزون على النبات هناك على الأقل خمسة عمليات فسيولوجية يحدث لها تغيير تحت تأثير الأوزون، من هذه التأثيرات : –

١) يؤثر الاوزون على الأغشية السيتوبلازمية من حيث التركيب والنفاذية.

٢) يؤثر الاوزون على الانزيمات الخلوية والعضيات ويحدث اضطرابات في عمليات البناء والهدم. إن هذا التغير يحدث في بناء المواد الكربوهيدراتية والأحماض الأمينية ويمكن أن يحدث اكسدة في المكونات الخلوية الاخرى مثل الكلوروبلاست وأغشية الميتوكندريا حيث أن الاوزون يتفاعل مع الروابط المزدوجة غير المشبعة في دهون غشاء الميتوكندريا ويمكن أن يثبط مجموعات (-SH) وبالتالي يثبط بناء دهون جديدة.

٣ - يثبط الاوزون نشاط الميتوكوندريا.

٤ - يثبط عملية البناء الضوئي وحيث أن عملية البناء والتمثيل والنمو في النبات تعتمد على الطاقة المأخوذة من السكريات والمركبات الوسيطة أثناء عملية البناء الضوئي، فلقد وجد أن الأوزون يؤثر على البناء الضوئي.

٥ - ينشط عملية التنفس. وجد أن التأثير المتوسط للأوزون على تمثيل الكربوهيدات يقع في تأثيره على التنفس. في اوراق الدخان يثبط الاوزون التنفس في البداية ولكن بعد أن تظهر الاعراض يزيد معدل التنفس. إن هذه الزيادة في التنفس تعني زيادة في معدل احتراق السكر وتستنزف الكربوهيدرات المخزنة.

هناك دراسات كثيرة على تأثير الاوزون على بناء الكربوهيدرات. إن أي تأثير للاوزون على تمثيل الكربوهيدرات يكون في نفس الوقت مؤثراً على تكوين جدر الخلية عن طريق تأثيره على السكر الضروري لها. وجد أن الاوزون على بعض المستويات يؤثر على نمو كل النبات فهو يوقف استطالة الخلية عن طريق تثبيط بناء السليلوز وبالتالي بناء جدار الخلية. يعزى هذا التثبيط بشكل اساسي الى التأثير المؤكسد للاوزون على مجموعات (SH-) في الانزيمات.

كذلك فان الاوزون يؤثر على إنتاجية النباتات الى حد ما وعلى نموها، إلا أن هذه الدراسات صعبة التحديد ولم أحصل على مراجع شافية تبين مدى تأثير الاوزون على إنتاج النباتات.

هناك دراسات عديدة على تأثير الاوزون على الناحية التشريحية للنبات. وهذا الموضوع لا نتطرق إليه في امراض النبات كثيراً.

اعراض الاضرار التي يسببها الأوزون : -

يسبب الاوزون تبرقش وموزايك (تنقيط) شحوب الأوراق والذي يكون محدوداً غالباً في السطح العلوى للأوراق ويبدو أن هذا يكون لوجود البلاستيدات في هذا السطح والتي تكون حساسة جداً للأوزون. يمكن أن تكون البقع صغيرة أو كبيرة ويمكن أن تختلف في لونها من

الأبيض الى الاحوى (أبيض مائل للسواد) أو تكون بلون بني أو أسود يكون ذلك حسب نوع النبات وشدة الضرر. وجد في كثير من النباتات من بينها البرسيم الحجازي، الفاصوليا، الحبوب، البيتونيا، الصنوبر والحمضيات تتأثر كثيراً بالاوزون في الحقل. اما في الحمضيات والعنب فان الاوزون يسبب سقوط الأوراق قبل تمام نموها وتقزم النباتات. تظهر الاعراض على النباتات الحساسة بعد ٤ – ٨ ساعات من تعرضها لتركيز ٠.٠٢ جزء في المليون اوزون او بعد ١ – ٢ ساعة من تعرضها لتركيز ٠.٠٥ جزء في المليون. وفيما يلي شرح مفصل لأعراض الاوزون على نباتات مختلفة : –

ا – الاعشاب والنباتات عريضة الأوراق : –

تكتسب النباتات مظهر لامع وزيتي على السطح العلوي للورقة بعد تعرضها لجرعات سامة من الاوزون لمدة ساعتين، يختفي المظهر الزيتي اذا أزيل المسبب (الاوزون). تصبح المناطق المتأثرة مائية وتأخذ مظهر اللون الأخضر الرمادي أو الغامق وتدريجياً تصبح المناطق الغائرة شاحبة اللون الى بيضاء بسبب إنهيار الخلايا البلاستيدية. تتأثر اولاً مجموعات منعزلة من الخلايا بين العروق الصغيرة جداً معطية المظهر المميز لاعراض الاوزون وهو المظهر المنقب او البثرات على السطح العلوي للورقة، وهذا اول عرض يمكن التعرف عليه في الحقل. الأنسجة الدعامية المكونة للنسيج الوسطي في الورقة هي الأكثر حساسية للأوزون والتي تتضرر اولاً، ثم يأتي بعدها الخلايا الاسفنجية الوسطية وأخيراً خلايا الميزوفيل السفلية. الأنسجة الوعائية التي تضم اللحاء والخشب وخلايا أغلفة الحزم الوعائية هي أكثر تحملاً للأوزون وتتضرر فقط عندما تموت جميع الأنسجة الاخرى. هناك عرضان مميزان في الأعشاب والنباتات عريضة الاوراق، اولاهما ظهور مناطق غائرة منهارة منقطة أو بيضاء داكنة، والعرض الثاني يظهر بعد خمسة أيام حيث تتحول البقع السابقة الى اللون الاصفر الرمادى. أما في نباتات البنجر فان البقع تصبح محمرة. تظهر الأعراض بشدة على قمة وحواف الورقة ولكن هذا يتأثر الى حد ما بعمر الأنسجة.

٢ - اعراض اضرار الاوزون على البقوليات : -

تكون اعراض الاضرار على البقوليات وخاص البرسيم الحجازي مشابهة لتلك الاعراض المتسببة عن PAN و SO_2 . خلال عدة ساعات من تعرض النبات للأوزون فان المناطق المتضررة تصبح منقطة وذات لون أخضر رمادي غامق الى لون أخضر مصفر. يتركز اللون الشاحب على طول العروق ولكن اذا كانت الاضرار شديدة فان اللون الشاحب يمتد الى النسيج الداخلي وأخيراً على كلا سطحي الورقة. يمكن أن تبقى جزر من نسيج لونه أخضر طبيعي تصل الى قطر ١ ملم ودائرية في المناطق الشاحبة. يمكن أن يظهر لون رمادي فضي الى برنزى متحلل موضعياً ومبيض على السطح العلوي للورقة. تحت تركيزات الاوزون العالية تمتد البقع خلال نصل الورقة وحتى فوق العروق الثانوية. تجف الأنسجة المصابة تاركة بقع متحللة رقيقة جافة.

٣ - الهندباء والنجيليات : -

بالنسبة لهذه النباتات التي تفتقر الى الأنسجة الدعامية فان الاعراض تختلف قليلاً. إن الطبقة البعيدة من الميزوفيل هي التي تتضرر كثيراً وتتوزع الاعراض عشوائياً على كلا سطحي الورقة. تظهر الاعراض المعتدلة على العروق المتوازية.

في نباتات احادية الفلقة مثل الذرة، الشعير، الشوفان، القمح، الراي وأعشاب المروج تظهر الاعراض على شكل تنقط شاحب بين العروق الكبيرة، تكون النقط صغيرة وعندما تكون الاضرار اكثر شدة فان البثرات البيضاء تلتحم وتشكل خطوط طويلة شاحبة والتي غالباً ما تمتد خلال نصل الورقة، بعض البقع تمتد طولياً وغالباً ما تغطي العروق الصغيرة وتتميز باللون الباهت الى المبيض.

٤ - نباتات الزينة والأشجار متساقطة الأوراق : -

تختلف أعراض اضرار الأوزون على نباتات الزينة والأشجار قليلاً حيث تظهر الأوراق المتضررة غير منتظمة الشكل برنزية اللون. إن هذا اللون البرنزي ناشىء عن نقط صغيرة

صفراء داكنة الى برنزية. أو قد تكون الأعراض على شكل تنقيط بني على سطح الورقة العلوي. إن اللون البرنزي والشيخوخة المبكرة هي الاستجابة المميزة للأشجار للاوزون، حيث أن الشيخوخة المبكرة وتساقط الأوراق يظهران قبل ظهور اعراض أخرى مرئية. تظهر أعراض حادة على الأزهار وتبين أن ٠٫٠٧ جزء في المليون اوزون لعدة أيام تثبط تكوين البراعم في القرنفل، اما احتراق القمة فيتكشف بعد ٥٦ يوم إبتداءً من تعرض النباتات لهذا التركيز من الاوزون.

٥ - الاضرار على الثمار : -

تبين أن الثمار تتضرر أيضاً بتعريضها للأوزون ولكن على تركيزات عالية. إن ثمار التفاح المعرضة باستمرار الى تركيز ١٫٨ جزء في المليون لمدة ثلاثة أيام على الأقل يتكشف عليها نقر صغيرة بنية حول العديسات. إن تغير لون السطح كثيراً ما يكون مترافقاً مع ظهور اللون البني وتكوين أنسجة فلينية.

أمراض النبات الناتجة عن الاوزون

ا - تنقيط العنب Grape Stipple

كان هذا المرض مخيفاً ومؤثراً على صناعة العنب في جنوب كاليفورنيا في اوائل الخمسينات وهو أول مرض يُعرف بأنه يتسبب عن الاوزون. تظهر الاعراض (شكل ٦١) على شكل تلون برنزي، اصفرار، شيخوخة مبكرة وسقوط اوراق. أما بداية ظهور الاعراض فيكون على شكل مجموعات من الخلايا العمادية منفصلة عن بعضها البعض ذات صبغات سوداء الى بنية ومشكلة تبقعات نموذجية ٠٫١ - ٠٫٥ ملم في القطر ومرتبطة مع العروق الصغيرة جداً. كلما التحمت هذه البقع يمكن أن تتكشف بثرات اكبر. تظهر البقع مبكراً في بداية موسم النمو على الاوراق الحديثة وخاصة المتفتحة حديثاً، لا يلبث أن يظهر عليها اللون البرنزي خاصة على الاوراق القديمة ثم يتبع ذلك الشيخوخة المبكرة وتساقط الاوراق.



شكل رقم ٦١ : أعراض أضرار الأوزون على العنب.

٢ - لفحة البصل Onion blight

ظهر هذا المرض لأول مرة في سنة ١٩٠٣ ولكن لم تحدد أسبابه الا بعد عدة سنوات، عندها عرف أن المسبب الاساسي هو الاوزون. تتميز الاعراض على شكل احتراق في قمم الاوراق يكون متبوعاً بظهور بثرات ثم تتحطم الأنسجة وهذا نموذجاً لأضرار الاوزون. يمكن أن يظهر المرض بشدة لعدة سنوات على الأصناف عالية الحساسية في المناطق البعيدة غير الصناعية.

٣ - البثرات الجوية على الدخان Weather Fleck

هذا المرض خطير على الدخان في مناطق واسعة في القارة الأمريكية وكانت اول ملاحظة له في الثلاثينات واستمر في خطورته حتى عرف أنه يتسبب عن الاوزون في أواخر الخمسينات. تظهر الاعراض على شكل نقط على الورقة تؤثر على نوعيتها (شكل ٦٢) جاعلة اياها غير صالحة لأن تدخل في صناعة السيجار. تختلف الأعراض وذلك حسب الصنف ولكنها بشكل عام تكون في البداية على شكل بثرات ذات لون رمادي الى معدني على السطح العلوي للورقة، لا يلبث أن يظهر بقع مائية غير منتظمة وفي صباح اليوم التالي تصبح سوداء مزرقة وأخيراً بنية، تكون هذه البثرات بقطر يصل عدة مليمترات وتميل لأن تكون بين العروق الصغيرة، تكون البثرات غائرة الى حد ما ومحاطة بحزام ضيق من النسيج الشاحب يتكون من خلايا في مراحل إنهيار مختلفة.

٤ - لفحة الأوراق الإبرية في الصنوبر الأبيض

white Pine Needle Blight

يعرف هذا المرض باسم الشحوب والتقزم او احتراق القمة الحديثة. عرف هذا المرض في اوائل الستينات على أنه يتسبب عن الاوزون بتركيزات منخفضة. ينتشر هذا المرض في كندا وامريكا وفي مناطق جبال الابالاش. في هذه المناطق كانت الأعراض تظهر منذ بداية هذا القرن ولكن بدون معرفة سبب المرض. ولقد استطاع بعض العلماء بالتجارب أن يثبتوا أن هذا المرض متسبب عن الاوزون وقد وجد أن هذا المرض يظهر عند تركيز ٠.٠٧ جزء في المليون اوزون.

تظهر الاعراض في بداية فصل الصيف، بينما لا تزال الاوراق الابرية في بداية خروجها وظهورها من النموات الجديدة الطويلة، تكون الاعراض على الأشجار الحساسة على شكل بقع ارجوانية، تتحد البقع مع بعضها على شكل أشرطة من الأنسجة الميتة، تموت قمة الابر التي تلي هذه المنطقة تدريجياً مسببة موت وتحلل موضعي في قمة الورقة الإبرية. أما الاصناف الأكثر تحملاً فتكون عليها الاعراض على شكل شحوب أو أشرطة متحللة او شحوب عام وتقزم

في الأوراق الإبرية في غياب الموت الموضعي ولهذا أعطي المرض اسم الشحوب والتقزم. يمكن ان تظهر الأعراض منتشرة على أشجار متفرقة وتكون على شكل موت وتحلل موضعي، تبرقش، شحوب عام وتقزم الأوراق، يعتمد ظهور هذه الأعراض على الصفات الوراثية للشجرة والظروف البيئية السائدة وملوثات الجو الاخرى.

٥ - مرض x أو الشحوب والتدهور في الصنوبر

X Disease or Chlorotic Decline In Pine

يسمى هذا المرض أحياناً تبرقش الأوراق الاوزوني Ozone Needle Mottle of Pine. ظهر هذا المرض في بداية الخمسينات وبدأ وصفه سنة ١٩٦٢. تظهر الأعراض على شكل بثرات دقيقة شاحبة على الاوراق الابرية. يصبح الشحوب تدريجياً أكثر كثافة بينما الأوراق المصابة تبهت في اللون وتصبح برنزية ثم يحدث موت موضعي وأخيراً تسقط الاوراق قبل تمام نموها وبالتالي فان جميع الاوراق باستثناء اوراق الموسم الحالي فانها تسقط. إن سقوط الاوراق هذه يعطي الشجرة مظهر تواجد الاوراق في قمم الفروع فقط وتكون بقية الاغصان عارية. بعد ذلك يحدث موت قمم في الأفرع وفي الورقة الابرية وينخفض نمو الاغصان وعدد وطول الاوراق الابرية حتى يبقى عدد قليل من الإبر على قمم الأشجار. في المراحل الاخيرة من تدهور الشجرة فان الاغصان الكبيرة السفلية الجانبية يحدث فيها موت قمم بعد مرور ٣ - ٥ سنوات.

حساسية النبات للأوزون : -

هناك قوائم طويلة موجودة في A. C. Hill *et al* سنة ١٩٦١ تشمل النباتات الحساسة ومتوسطة الحساسية والمقاومة للاوزون. تشمل النباتات الحساسة ٢٧ نوع تبدأ بالسبانخ ثم الدخان ثم البرسيم الحجازي وتنتهي Hopa crab، الردار الأخضر واخرها Bridal Wreath. أما القائمة التي تشمل النباتات متوسطة الحساسية فهي ١١ نبات تبدأ باللفت ثم السلق ثم الجزر وتنتهي Sliver berry. أما النباتات المقاومة تشمل ١٥ نوعاً اولها البنجر، الجيرانيوم وتنتهي Bor Oak.

تقليل أضرار الاوزون

يمكن تقليل اضرار الاوزون باستعمال عدة طرق منها

١ - استعمال الاصناف المقاومة لهذا الغاز ، هذا الاجراء كان ناجحاً في نباتات الدخان حيث الاصناف المقاومة متوفرة خاصة في الأنواع التجارية.

٢ - رش النباتات الحساسة بمواد كيماوية حافظة مثل الكبريت والفحم النباتي أو مسحوق أكسيد الحديديك حيث وجد أنها فعالة في تحطيم الاوزون الجوي قبل أن يدخل الورقة.

٣ - استعمال بعض المبيدات الفطرية بالاضافة الى Antioxidants. إن أفضل المواد المستعملة هي مركبات الثيوكارباميت ومركبات Mercaptobenzothiozole ومشتقاتها.

إن تأثير هذه المواد موضعي وليس جهازي. تبقى الاوراق خالية من الاضرار طالما أن المواد الكيماوية موجودة على سطح الورقة وبالضبط الجزء المغطى منها.

وجد أيضاً أن Manganous 1,2 naphthoqu inon 2-oxime فعال بشكل خاص لحفظ المجموع الخضري للطماطم وكذلك فان Manganous and Cobaltous chelates عالية الفعالية في هذا المجال.

تفاعل الاوزون مع الملوثات الاخرى : -

إن تلوث الجو بملوث واحد نادراً ما يحدث وانما هناك ملوثات كثيرة متنوعة تحدث وتتداخل مع بعضها البعض ومما يمكن أن يحدث تلوث من الاوزون ، PAN ، SO_2 ، NO_2 وكيماويات أخرى مع بعضها البعض.

بيروكسي أستيل نتريت (PAN) Peroxyacetyl Nitrate

إن درجات الحرارة العالية التي تحدث داخل موتورات السيارات تؤدي الى تحطيم بعض مركبات الهيدروكربون الموجودة في البنزين، ومن بين المواد المنطلقة مواد الألوفينات والمركبات الحلقية. هذه المواد تتأكسد في وجود اكاسيد النيتروجين والضوء فوراً بعد إنطلاقها. تتأكسد الالوفينات بسرعة ويبدو أن الرابطة المزدوجة تتحطم وتنتج مركبات غنية بالالدهيد alde-hydes. يحدث تفاعلات أخرى للألدهيد مع الاوزون ومركبات هيدروكربونية أخرى فيؤدي ذلك الى تكوين عديد من المركبات منها بيروكسي أستيل نتريت.

$$H_3C-C(=O)-O-O-NO_2$$

PAN

بالاضافة الى الاحتراق الداخلي للبنزين في متورات السيارات كمصدر لمادة PAN وجد أن التربنتينات المنطلقة من أشجار المخروطيات يمكن أن يحدث لها تغيرات كيموضوئية في وجود أكاسيد النيتروجين وتشكل PAN والاوزون. إن مـركب PAN هو مـركب واحد فـقط من بين سلسلة المنتجات السامة التي تحدث من التفاعلات السابقة الذكر. هناك بعض المواد التي تنتج تكون سميتها ثمانية أضعاف سمية PAN.

ميكانيكية فعل PAN

تدخل مادة PAN ورقة النبات عن طريق الثغور، عندما يصل الى الغرفة تحت الثغرية فانه يهاجم خلايا الميزوفيل المحيطة بالمسافات البينية، ومن الدراسات الهستولوجية على الاجزاء النباتية المتضررة وجد أن PAN يؤثر على نشاط الأنزيمات، التنفس، البناء الضوئي، الامتصاص الايوني، بناء الكربوهيدرات والبروتين، كل هذه العمليات تضعف تحت تركيز من PAN أقل من التركيز الذي يؤدي الى ظهور أعراض مرئية. لقد لوحظت اولى علامات تحطيم الكلوروبلاست بواسطة الدراسة بالذرات المشعة، وقد فسر هذا التحطيم نتيجة الاضرار التي يحدثها PAN على الانزيمات الضرورية على الفسفرة الضوئية، لأن الفسفرة الضوئية اساسية لعمليات البناء الضوئي لتزويدها بالطاقة اللازمة لانشطار جزيء الماء. ولقد تبين أن PAN يثبط البناء الضوئي وتثبيت ثاني اكسيد الكربون في نباتات الفاصوليا. كذلك فان PAN ضار على اكسدة مجموعات (SH-) في بعض الانزيمات، ووجد أن الأنزيمات التي تحتوي مجموعات حرة من (SH-) كانت حساسة بشكل خاص لـِ PAN وأن هناك علاقة بين محتوى الخلايا من -) SH) وحساسيتها لمركب PAN هذا وجد في نباتات الفاصوليا. يمكن اصلاح هذه الاضرار باضافة مجموعات من (SH-) تعوض المجموعات التي أثر عليها المركب. إن عملية التأثير على مجموعات (SH-) تؤثر على سلسلة أخرى من التفاعلات داخل الخلية حيث تؤثر على مجموعة الانزيمات الحيوية لبناء الجلوكوز وبقية أنواع السكريات الخماسية والسداسية والبليمرز لها والتي تدخل في بناء جزيئات جدارالخلية متضمنة السليلوز، وبالتالي يؤثر على استطالة جدار الخلية ونمو الخلية نتيجة تأثيره على كل الانزيمات الداخلة في ذلك من أهمها -Phosphoglu comutase ، Glucan hydrase.

اعراض الاضرار التي يسببها PAN

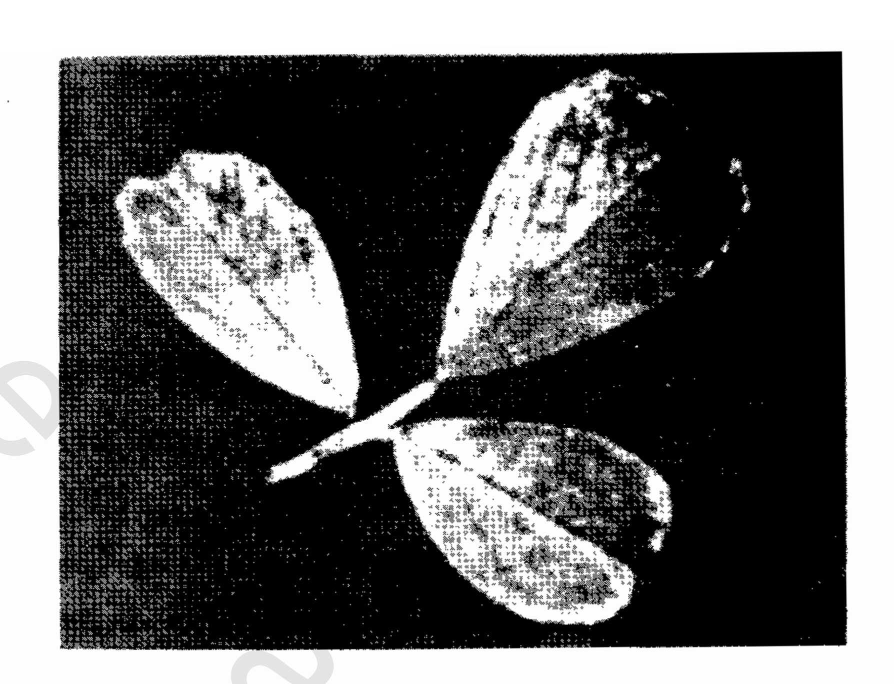
يسبب هذا الغاز اضطرابات في النبات ويؤدي الى ما يعرف باسم الورقة الفضية Sliver leaf والتي تنتج بقعاً على السطح السفلي للورقة لكثير من الاعشاب والمحاصيل، يتراوح لون البقع من الأبيض الى البرنزي. إن المظهر الفضي أو الزجاجي للسطح السفلي للأوراق نتيجة اضرار PAN يكون نتيجة Dehydration وانكماش في خلايا الميزوفيل وتنهار خلايا البشرة. مع أن الاضرار تكون محصورة في البرانشيما الإسفنجية في الأوراق، الا أن الطبقة العمادية يمكن أن تتاثر أيضاً. في هذه الحالة يظهر الشحوب وهو يشبه الشحوب المتسبب عن الاوزون ويمكن أن يظهر على السطح العلوي للورقة. إن حقيقة ظهور الاعراض على السطح السفلي اولاً تكون ميزة جيدة في تحديد ان الاضرار ناتجة عن PAN وليس عن الاوزون.

إن التركيزات المنخفضة من PAN التي أقل من ٠,٠٥ جزء في المليون تنتج احياناً أعراض التنقيط المشابهة للأوزون تماماً ولكن هذا الاختلاط يكون على بعض النباتات الحساسة مثل البرسيم الحجازي والبيتونيا اللذان هما حساسان للملوثين كليهما.

احياناً يظهر أعراض تشبه أعراض ال PAN تكون نتيجة الاصابة بالَحلَمْ او نطاطات الاوراق أو التربس والتمييز بين هذا وذاك يجب استعمال النباتات الحساسة للتجربة. وبشكل عام يمكن القول بأن بداية الاعراض على النباتات الحساسة هو ظهور أنسجة زيتية لامعة مائية القوام (شكل ٦٢) على السطح السفلي للورقة ثم يتبع ذلك ظهور إنتفاخات صغيرة جداً نتيجة إنتفاخ الخلايا الحارسة والخلايا المجاورة للثغر، هذه الميزة يجب الاعتماد عليها حين حدوث التباس في الاعراض وصعوبة تشخيص مسببات المرض.

النباتات الحساسة :

هناك في أبحاث Noble 1965 قائمة بالنباتات الحساسة والمقاومة، ذكر في هذه القائمة ٣٠ نبات حساس أولها السبانخ والشوفان والبرسيم الحجازي واخرها النعناع. أما النباتات المقاومة فنذكر قائمة بها ٢٢ أولها الكرنب والقرنبيط والجزر وأخرها الزنبق



شكل رقم ٦٢: أضرار PAN على اوراق البرسيم الحجازى

رابعاً : ظواهر متنوعة غير حيوية

Miscellaneous Abiotic Phenomena

بالاضافة الى ما سبق ذكره من الملوثات يوجد هناك بعض الظواهر المتنوعة غير الحيوية والتي لها تأثيرات ضارة على النباتات، من هذه الظواهر (١) الاشعاعات (٢) الرش بالاملاح (٣) الغاز في الهواء (٤) الاضرار الكهربائية.

أ - الإشعاع Radiation

إن النظائر غير الثابتة تخضع لعدة عمليات فيزيائية وتفقد بعض الطاقة. إن مثل هذه النظائر يقال أنها نظائر مشعة حيث أنها تطلق بعض الاجزاء أو الاشعاعات وإن هذه الاجزاء التي تطلقها اما أن تكون واحداً أو أكثر من الثلاثة أنواع : جزيئات الفا وتتكون من ٢ بروتون و ٢ نيوترون ولها شحنة (+٢)، جزيئات بتا وتحتوي على مقدار عال من الطاقة ولها شحنة (-١) أو ذات الكترونات سريعة جداً بشحنة (+١) وفي هذه الحالة يطلق عليها بوزوترون Po-sitrons. اما جزيئات جاما فهي ذات طاقة عالية جداً ولا تحمل شحنة Bradshaw ١٩٦٦.

الجرعة والاعراض وميكانيكية اضرار الاشعاعات

إن وحدة جرعة الاشعاع تسمى رونتجن roentgen (r) والذى يمثل كمية الاشعاع التي سوف تنتج وحدة كهرباء ساكنة من كهرباء موجبة أو سالبة في اسم٣ من الهواء في درجة الحرارة العادية والضغط. إن جرعة من عدة عشرات من الرونتجن في السنة تشكل الاساس الاشعاعي الذي تتعرض له معظم النباتات والحيوانات. إن أشعة x المستعملة في طب الاسنان تتضمن عادة جرعة في مجال ١ - ٥ رونتجن. إن جسم الانسان اذا تعرض لاشعاعات ٥٠٠-١٠٠٠ رونتجن فانها تؤدي الى موته.

إن الميكانيكية الضارة التي يحدثها الاشعاع تدخل في تكوين الايونات. إن الجزيئات الثلاثة المذكورة سابقاً تحتوي على طاقة عالية وبالتالي قادرة على أن تسبب إنطلاق الالكترونات من الجزئيات والذرات التي تصطدم بها. إن هذا النوع من التفاعل يسبب تكوين أزواج من الايونات مع الجزء الباقي من الجزيء حاملاً شحنة موجبة. إن اصطلاح الاشعاعات المؤينة ينبع من هذه القدرة على تكوين أيون. إن الايون هو متفاعل كيماوي سريع جداً. اذا ما حدث وأن جزيء حيوي أصبح مؤيناً ionized بالطرق السابقة فانه يمكن أن يتفاعل مع مركبات أخرى ليشكل جزيئات شاذة او غير فعالة. اذا حدث هذا الشيء في جزيئات كثيرة وهامة في الخلية فان موت الخلية حادث لا محالة.

إن الأعراض التي يسببها الاشعاع تكون لافتة للنظر جداً وهي تشمل سرعة التحلل والموت. هناك بعض التجارب أجريت على بعض النباتات وجد فيها أن الصنوبر حساس بشكل خاص للاشعاعات ولقد ماتت بعض الأنواع بعد ستة شهور من تعرضها لاشعاعات ٢٠ - ٣٠ رونتجن في اليوم. إن عاريات البذور بشكل خاص أكثر حساسية من مغطاة البذور وخاصة الأشجار. لقد وجد أن هناك علاقة إيجابية بين Interphase chromosome volume والحساسية. إن حساسية الأشجار الخشبية ضعف حساسية الأعشاب وهناك تفسيرات عديدة لهذه الظواهر لا داعي للخوض فيها في مجال أمراض النبات.

٣ - الاملاح الزائدة Excess Salts

إن النباتات النامية بالقرب من سواحل البحار تتأثر بالاملاح المحمولة مع رذاذ الماء الذي تثيره العواصف الهوائية أو التيارات المائية. حيث أن قطرات الماء المحمولة تترسب على أجزاء النبات ويتبخر الماء وتبقى كمية الملح على الجزء النباتي وتشكل غشاء وبالتالي يرتفع تركيز الملح. أو أن الرذاذ أثناء إنتشاره في الهواء يتبخر منه الماء ويصبح الملح على شكل هباء يتساقط على النبات، هذه الظاهرة تكون واضحة عند حدوث العواصف والاعاصير الهوائية.

اولى اعراض الاضرار الناتجة عن الرش بالملح هو العرض اللافت للنظر وهي الاعضاء المقطعة والتي تسمى (sheared off) في الاجزاء النباتية الهوائية والنمو غير المتناسق للنبات نظراً لأن الجزء من النبات المواجه للتيارات الهوائية الحاملة للملح يكون نموه ضعيف وتتأثر أجزاؤه. الاعراض الاخرى تشمل موت موضعي للأوراق مع ظهور إحتراق اولي وتقرح الاغصان.

تظهر اضرار الرش بالملح بسبب تركيز الملح العالي الذي يحدث على الجزء النباتي وان سمية الملح ترجع الى تأثير (Cl^-) الذي يتواجد على سطح النبات. إن أيونات الكلور هذه تسبب اضطرابات في نمو الخلية في أنسجة الورقة. إن الكلوريد يتركز في حواف الأوراق الا أنه لا ينتقل من جهة الشجرة المعرضة لهواء البحر الى الجهة الاخرى. هناك قائمة بأسماء

أنواع الأشجار الحساسة والمتوسطة الحساسية والمقاومة لهذا النوع من الاضرار مذكورة في بعض الكتب القديمة Wallace and Moss سنة ١٩٣٩ ولم أحصل على أحدث منها لذلك لم انكر منها شيئاً.

٣ - اضرار إنتشار الغاز في الهواء

Injury From Illuminating Gas In The Air

كنا قد ذكرنا في فصل تهوية التربة اضرار إنطلاق الغاز في التربة وأثره على النبات. أما ونحن في مجال شرح ملوثات الهواء فاننا نتكلم عن اضرار إنتشار الغاز في الهواء.

بالنسبة للنباتات التي تعيش في الهواء الطلق (حدائق وبساتين) فان إنطلاق الغاز في الهواء لا يحتمل أن يتجمع الى حد كاف بحيث يسبب لها اضراراً بطريق مباشر على المجموع الخضري، إن الاضرار التي يسببها إنطلاق الغاز في الهواء تكون شديدة على نباتات البيوت وفي الصوبات الزجاجية. لقد وجد أن غاز الايثيلين هو المشكلة الرئيسية حيث أنه سام ويسبب اضراراً للنبات إذا وجد بكميات صغيرة جداً.

لقد وجد أن نباتات القرنفل هي أكثر النباتات حساسية لتاثير الغاز حيث يتوقف تفتح البراعم اذا وجد الاثيلين في الهواء بنسبة ١ جزء في المليون. بينما ٠.٥ جزء في المليون يسبب غلق البراعم التي تفتحت. وكما هو معروف فانه تحت ظروف المنزل او الصوبا الزجاجية فان احتمال تسرب الغاز في الهواء يكون بكمية قليلة جداً ومع ذلك فان هناك كثير من نباتات الصوبات الزجاجية تتضرر كثيراً بهذه الكميات القليلة من الغاز.

انواع إستجابة النبات للغاز الموجود في الهواء : -

يمكن تلخيص أنواع الاضرار التي يحدثها الغاز الموجود في الهواء على النباتات في النقاط الآتية : -

١ - اصفرار أو تساقط الأوراق. إن وجود كميات صغيرة من الغاز في هواء البيت أو الصوبا الزجاجية يؤدي الى اصفرار الأوراق، ولكن إذا إرتفع التركيز فان هذا يؤدي الى سقوط الاوراق دون ظهور الاصفرار عليها مسبقاً . تكون النباتات المتقدمة في السن اكثر حساسية من النباتات الحديثة. تسقط الأوراق القديمة بسرعة أكثر من سقوط الأوراق الحديثة. إن سقوط الاوراق يسبقه تكوين طبقة إنفصال بين الورقة والفرع Abscission Layer.

٢ - تتييس (تتصلب) الأنسجة وتفقد استجابتها الحيوية السليمة.

٣ - أما بالنسبة للاضرار على البراعم والازهار، يمكن أن تفشل البراعم في التفتح واذا تفتحت فان بتلات الازهار (كما في الورد) تسقط، او أن الازهار المتفتحة يمكن أن تغلق ثانية وتلتفح.

٤ - سقوط البتلات. إن سقوط أو التواء البتلات في الزهرة يكون ملاحظاً بوضوح في بعض الأنواع تحت تركيزات معينة من الغاز. وجد في نباتات جنسي *Salvia* ، *Lycopersicum* فان البتلات تلتوي وتلتف حول نفسها.

٥ - يتكون أنسجة متوالدة كثيرة غير طبيعية ويتكون نسيج اسفنجي طري على العديسات في بعض الأنواع النباتية أو عند ندبة الورقة كما هو في جنس *Lycopersicum* او تظهر هذه الأنسجة على مناطق من الساق.

٦ - تنبيه البراعم الساكنة وهذه الاستجابة ذكرت على أنها تحدث في الورد.

تستعمل عدة نباتات كاشفة لوجود الغاز في الجو وتكون هذه النباتات حساسة وتظهر عليها الأعراض النموذجية من هذه النباتات الطماطم، نباتات الخروع وعشبة Jimson وهي تزرع في الصوبات الزجاجية لملاحظة إحتمال تسرب الغاز من الانابيب او الاسطوانات، حيث أن استجابة هذه النباتات للغاز تكون سريعة وواضحة ولا يمكن حدوث خطأ في تشخيصها. لقد وجد أن نسبة ٥٠ جزء في المليون من الغاز في الهواء

يسبب تدلى قمة الساق وتوقف نموها لجميع هذه النباتات. تزرع النباتات الكاشفة في أوعية بحيث يكون النبات حاملاً ٦ – ١٢ ورقة أو أكثر وتوضع في أماكن مختلفة من الصوبا الزجاجية بحيث تكون قريبة من مصادر الغاز وتترك لمدة ٢٤ – ٤٨ ساعة بتهوية ضعيفة جداً.

كذلك فان بادرات بسلة الزهور تستعمل للكشف عن آثار الغاز في الصوبا الزجاجية وتكون استجابتها عند وجود نسبة بسيطة من الغاز تتدلى الأوراق بوضوح إذا ما قورنت مع النباتات التي في الهواء الطلق، يزداد هذا التدلي كلما زاد تركيز الغاز في جو الصوبا الزجاجية. تسقط اوراق النباتات الكاشفة قبل أن يصل تركيز الغاز الى درجة يمكن أن يشمها الانسان. تسقط الأوراق القديمة أما الأوراق الحديثة فانها لا تسقط حتى لو وصل تركيز الغاز الى واحد جزء في الألف.

٤ - الاضرار الناتجة عن الكهرباء Electrical Injuries

إن استعمال الكهرباء سواء كان في الاضاءة او في ابراج الضغط العالي حيث تنتقل بالأسلاك او في اي وسيلة أخرى قد دخلت كمسبب مرضي وخطير على الأشجار سواء كان ذلك في المدن أو القرى. من الملاحظ كثيراً الاضرار التي تحدث للأشجار العالية التي تكون قريبة من مصابيح الاضاءة، بينما اضرار الاضاءة بالكهرباء على المحاصيل الحقلية مسجلة في مراكز البحوث. يبدو أنه من الصعوبة بمكان أن نعرف أو نفهم كيف أن الأشجار تقاسي من الشحنات الكهربائية التي تمر في خطوط التوصيل الهوائية عندما تكون قريبة من الأشجار. إن التيار المباشر يمكن أن يسبب اضراراً حيث يؤثر على النبات عند قوة معينة وأن ادنى تأثير له هو أنه يسبب إثارة للشجرة يمكن ادراكها وتتأثر بها قليلاً. أما اذا كان التيار شديداً وقريباً من الشجرة فان العمليات الحيوية في الشجرة تتثبط وتموت الشجرة. إن شدة التيار التي تسبب موت قمم الأشجار هذه تختلف كثيراً حسب أنواع الأشجار ومدى قربها من سلك التوصيل.

وكما هو معروف فان الأشجار موصلة ضعيفة للتيار الكهربائي، الا أنه يحدث لها ضرراً شديداً اذا ما لامست الأوراق أو جذع الشجرة سلك فيه تيار كهربائي فان الكامبيوم وطبقة الخلايا المحتوية على بروتوبلازم نشيط تعطى أقل مقاومة، بينما الطبقات الخارجية الجافة والفلينية وطبقة القلف تظهر أعلى مقاومة، بينما اللحاء والقلف الداخلي والخشب الطري والخشب الصلب تحتل مركز متوسط من المقاومة للكهرباء.

تحدث الاضرار في الطقس الرطب عندما يكون هناك طبقة من الرطوبة على الشجرة (ماء ، ندى)، فان التيار الكهربائي ينتقل من السلك الى طبقة الرطوبة الى الشجرة ومنها الى الأرض وهذا ما يسبب احتراق الفرع نتيجة التفريغ الكهربائي. تتضرر الطبقة الحيوية ويتضرر الخشب في نقطة التلامس مؤدياً الى ظهور قرحة بشعة واحياناً يتحطم الجذع او الفرع.

إن تغيير نظام التيار المستخدم للاضاءة لجعله يستخدم في العمليات الصناعية وبالتالي تتغير قوته وهذا يؤدي الى إضرار قمة الشجرة. إن تيار ١١٠ فولت لا يؤثر على الأشجار وكلما زادت قوة وشدة التيار الكهربائي كلما زادت الاضرار على الأشجار وظهرت آثار الحروق على قمة الشجرة. يمكن أن لا تموت الشجرة ولكن تُظهر الأغصان الكبيرة تقرحات كبيرة واجزاء جافة كثيرة وخاصة بالقرب من الاسلاك.

يمكن تلخيص اضرار الكهرباء على الأشجار إبتداءً من التيار الضعيف الى التيار ١٠٠٠٠٠ فولت يموت الكامبيوم، يتفكك القلف عن الساق، يسقط القلف، تموت الشجرة، تسقط الأوراق، تتصلب الشجرة وتبقى كعمود خشب. هذه الأعراض الأخيرة تلاحظ في أشجار الغابات عندما يمر التيار الكهربائي القوي بالقرب منها. أما الاعراض الاولى فهي تلاحظ في الأشجار التي على جوانب الشوارع والقريبة من اسلاك الاضاءة الكهربائية.

هناك طرق توصية كثيرة لحفظ الأشجار من اضرار الكهرباء وكلها تتعلق بالأمور الصناعية لا داعي لذكرها في مجال امراض النبات.

مراجـع

PAN, Smog

Bobrov, Ruth Ann, 1952. The effect of smog on the anatomy of oat leaves. *Phtopathol.* 42 : 558 - 563

Drley, E.E. and *et al.* 1963. Plant damage by pollution derived from automobiles. *Arch. Env. Health.* 6 : 761-770

---------------, C.W. Nichols, and J.T. Middleton, 1966. Identification of air pollution damage to agriculture crops. *Bull. Dept. Agr. Calif.* 55 (1) : 11 - 19

Heggestad, H. E. 1968. Disease of crops and ornamental plants incited by air pollutants. *Phytopat.* 56:1089 - 1097.

Jaffe, L. S., 1966. Effects of photochemical air pollution on vegetation *59th Annu.Meet.Air Pollut. Contr.Assoc.* Paper 66 - 43, pp. 1 - 31

Middleton, J. T., J.B. Kendrick, Jr., and H. W. Schwalm, 1950. Injury to herbaceous plants by smog or air pollution. *Plant Dis Rep.* 34 : 245 - 252

Mudd, J. B. 1963. Enzyme inactivation by peroxyacetyl nitrate. *Arch. Biochem. Biophys.* 102 : 59 - 65

Nelson, B. 1967. Air pollution. Science, 157 : 1018 - 1021

Noble, W., 1965. Smog damage to plants. *Lasca Leaves* 15 : 24.

Thomson, W. W., W. M. Dugger, Jr., and R.L. Palmer, 1965. Effects of peroxyacetyl nitrate on ultrastructure of chloroplasts. *Bot. Gaz.* 126 : 66 - 72

Todd, G. W., J. T. Middleton, and R. F. Brewer, 1956. Effects of air pollutions *Calif. Agr.* 9 : 7 - 8, 14

مراجع الغبار

Czaja, A. T., 1966. The effect of dust, especially cement dust, upon plants. *Angew. Bot.* 40 : 106 - 120.

Steinhubel, G., 1963. Resistance of evergreens to various dusts. *Acta* Bot. Acad Sci. Hung (Budapest) 9 : 433 - 435

الكلورايـن

Brennan, Eileen, Ida A.Leone, and R.H. Daines, 1966. Response of pine trees to chlorine in the atomosphere. *Forest. Sci* 12 : 386 - 390

Miller, E. J., and F.C.strong, 1940. A case of chlorine gas injury to shrubs, viens, grass and weeds. Arborists News 5, p. 73

الاثيلـين

Crocker, W., and L. I. knight, 1908. Effect of illuminating gas and ethylene upon flowering carnations. Bot. Gaz. 46 : 259 - 276

Davidson, O.W., 1949. Effects of ethylene on orchid flowers. *proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 53 : 440 - 446

Heck, W. W., and E. G. Pires, 1962. Effect of ethylene on horticultural and agronomic plants. *Tex. Agr. Exp. Sta* MP - 613, pp. 3 - 11

Herrero, F. A., and W. C. Hall, 1960. General effects of ethylene on enzyme systems in the cotton leaf. *Physiol Plant.* 13 : 736 - 750

Rohrbauch, P.W., 1943. Measurement of small concentrations of ethylene and automobile exhaust gases and their relation to lemon storage. *Plant Physiol.* 18 : 79 - 89

أكاسيد النيتروجيـن

Fait, W. L., 1956. Nitrogen oxides. *Chem Eng. Prog* 52 : 342 - 344

Janon e, G., 1954. Agriculture and industry in Liguria with special reference to a case of NO_2 injury. *Humus* 10 : 17 - 19

Maclean, D. C., L. H. Weinstein and R. H. Mandle, 1967. Effects of acute hydrogen fluoride and nitrogen dioxide exposures on citrus and ornamental plants of central Florida *60the both. Annu. Meet. Air pollut. Contr. Assoc.* Paper no 67, p. 158

Taylor, O. C., and F. M. Eaton, 1966. Suppression of plant growth by nitrogen dioxide. *Plant physiol.* 41 : 132 - 135

الأمونيا والكبريت

Ramsey, G. B., 1953. Mechanical and chemical injuries in, "Plant disease" U. S. D. A Yearbook, pp. 835 - 837

Thornton, N.C. and C. Setterstrom, 1940. Toxicity of ammonia, chlorine, hydrogen sulfide and sulfur dioxide gases on green plants *Contrib. Boyce. Thompson Inst.* 11 : 343 - 356

Thomas, M.D. *et al*, 1950 The sulfer metabolism of plants. *Ind. Eng. chem.* 42 : 2231 - 2235.

الاشعاع

Eisenbud, Merril, 1964. " Environmental radiation" McGraw-Hill, New York 430 pp.

Hillman, W. S., 1956. Injury of tomato plants by continuous light and unfavorable photoperiodic cycle. *Amer. J. Bot.* 43 : 89 - 96.

MacMillan, G. H., 1923. Cause of sunscald of bean. *Phytopathol.* 13 : 376 - 380.

Shirley, H. L., 1929. The influence of light intensity and light quality upon the growth of plants. *Amer.* J. Bot. 16 : 354 - 390.

Woodwell, G. M., 1963. The ecological effect of radiation. *Sci. Amer.* 208 : 40 - 49.

---------------, 1962. Effects of ionizing radiation on terrestrial ecosystems. *Science*. 138 : 572 - 577.

Sparrow, R. C. *et al.* 1968. Radiation. Botany. 8 : 149 - 186.

الأمـلاح

Boyce, S. G. 1954. The Salt Spray Community. *Ecol.* Monographe, 25 : 29 - 67.

Rich, A. E. 1968. Effect of de-icing chemicals on woody Plants. *Proc. Symp. Pollutants Roadside Environ Univ, Conn.* pp. 46 - 47.

Wallace, R. H. and Moss, A. E. 1939. Salt spray damage from recent New England hurricane. *Proc 15th Natl.* Shade Tree conf. *Aug.* 1939 New York, N. Y, p. 112 - 119.

الكهرباء

Stone, G. E. 1914. Electrical injuries to tree. *Mass. Agr. Exp. Sta. Bull.* 156 : 1 - 19.

الاوزون والملوثات الاخرى

Brandt, C. S., and Heck, W. W. 1967. Effects of air pollutants on vegetation in "Air Pollution" 2nd ed. Vol I pp 401 - 443 (A. C. Stern).

Darley, E. F. and J. T. Middleton, 1966. Problems of air pollution in plant pathology. *Ann. Rev. Plant Pathol.* 4 : 103 - 118.

---------------, E. W. Nichols, and J. T. Middleton, 1966. Identification of air pollution damage to agricultural crops. *Bull.* Dept. Agr. Calif. 55, pp. 11 - 19.

Hepting, G. H. and C. R. Berry, 1961. Differentiating needle blights of white pine in the interpretation of fume damage. Int. J. Air Water Pollut. 4 : 101 - 105.

---------------, 1964. Damage to forests from air pollution. J. Forest. 62 (9) : 630 - 634.

Hill, A. C. *et al* 1961. Plant injury induced by ozone. *Phytopathol.* 51 : 356 - 363.

Jacobson, J. S., and A. C. Hill (eds). 1970. Recognition of air pollution injury to vegetation. In "Air Pollution Control" 650 pp. Pittsburgh, Penn.

Jones, J. L., 1963. Ozone damage : protection for plants. Science 140 : 1317 - 18.

Levitt, J. 1973. "Responses of Plants to Environmental Stresses" Academic Press New York, 697 pp.

Menser, H. A, 1964. Response of plants. Ann. Rev. Phytopathol 2 : 253 - 266.

Rich, S., 1964. Ozone damage to plants. *Ann. Rev. Phytopath.* 2 : 253-266.

Stephens, S., 1966. Reactions of oxygen atoms and ozone in air pollution *Int. J. Air Water Pollut.* 10 : 649 - 663.

الغـــاز

Crocker, W. 1929. A delicate method for detecting illuminating gas in a greenhouse. *Prof. Paper Boyce Thompson Inst.* Noll.

Deuber, C. G. 1936. Effects on trees of an illuminating gas in the soil. *Plant Physiol.* 11 : 401 - 412.

Doubt, S. H. 1917. The response of plants to illuminating gas. *Bot Gas.* 63 : 209 - 224.

Hitchcock, A. E., *et al.* 1932. Effect of illuminating gas on the lily, narcissus tulip, and hyacinth. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 4 : 155 - 176.

Zimmerman, P. W. *et al.* 1931. The movement of gas into and through plants. Ibid. 3 : 313 - 320.

--------------- *et al.* 1931. The effect of ethylene and illuminating gases on roses. *Ibid.* 3 : 459 - 481.

الباب الخامس

عوامل التخزين

Storage Factors



الباب الخامس

عوامل التخزين

Storage Factors

إن الأمراض غير الطفيلية التي تصيب المنتجات النباتية أثناء النقل والتخزين قد نالت قدراً ليس بالكثير من علم أمراض النبات وذلك لعدة أسباب منها : -

١ - إن الأشخاص الذين يتعاملون مع المحصول النباتي بعد الجمع يكونوا غالباً غير الذين يعتنون به طيلة موسم النمو.

٢ - إن الظروف البيئية والحيوية التي يكون المحصول متأثراً بها أثناء الموسم تختلف عن تلك التي تقع تحتها نواتج المحصول بعد الجمع.

٣ - إن أخاصئي امراض النبات تخصص مخازن ونقل يكون لهم رأي آخر غير الذين يعملون في الحقل وعلى إتصال مع النبات طيلة الموسم.

بعد هذه المقدمة نستطيع أن نقول إنه في هذه الأيام أصبحت هناك عناية بالمنتجات النباتية ودراسة المشاكل التي تتعرض لها بعد القطف أو الحصاد لغاية وصولها الى المستهلك وقد أصبح لها علوم فرعية كثيرة يختص بكل جانب من جوانب النقل والتخزين (سواء كانت أمراض طفيلية أو غير طفيلية).

طرق و مشاكل التخزين والنقل

Methods and Problems of Storage and Transit

إن التغيرات الحيوية التي تحدث في المنتجات النباتية أثناء النقل والتخزين معظمها يتعلق بالنشاط الأنزيمي. إن اي تغيير في الظروف الخارجية أو الداخلية التي تؤثر على نشاط الأنزيم يكون لها تأثيرات متناظرة على العمليات الحيوية التي تكون الانزيمات وسيطة فيها، وبالتالي فانه أثناء الجمع أو نقل المنتجات النباتية فان أي عملية يرغب اجراؤها لتحسين

صفات المحصول فإنها تؤثر على واحد أو اكثر من عمليات البناء والهدم في المنتجات النباتية. فمثلاً اذا رغب المزارع في سرعة إنضاج الثمار او اذا اراد تأخير وصول الثمار الى طور النضج، فان هذه العمليات تجرى بتأثير على فسيولوجية النبات. وعلى أية حال فانه مهما كان الهدف فيمكن الوصول اليه عن طريق التلاعب في البيئة وتأثيراتها على العمليات الأنزيمية في النبات. من بين هذه العمليات : -

ا - الرطوبة المنخفضة : -

حتى تقوم الانزيمات بدورها الفعال يجب أن يتوفر لها مقداراً مناسباً من الرطوبة، فاذا خزنت المواد النباتية بعد أن تكون الرطوبة فيها قد وصلت الى حد منخفض جداً أقل من (١٠-١٥٪) فانها في هذه الحالة سوف لا تتأثر بفعل الأنزيمات. إن التجفيف أو جفاف المخزن هي عملية موثوق بها لحفظ المنتجات النباتية قد عرفها الانسان منذ بداية الحضارة الانسانية.

٢ - الحرارة المنخفضة : -

حتى عندما تكون المادة المراد تخزينها رطبة فان نشاط الميتابولزم ينخفض بشدة على درجات الحرارة المنخفضة. إن الانخفاض في درجة الحرارة يكون نسبياً، يكون قريباً من الصفر في المنتجات التي يمكن أن تتجمد، ولكن التبريد بدون تجمد هو طريقة التخزين الفعالة حتى مع المواد التي لا تتجمد بسهولة.

٣ - التحكم بجو المخزن :

إن عملية تنفس المنتجات النباتية هي احدى أهم العمليات الحيوية التي تقوم بها المنتجات النباتية في المخزن. ومن ناحية أخرى فانه يمكن التحكم بها بأسهل من أي عمليات أخرى هامة. عندما يكون هناك مستويات عالية من الاكسجين فيكون هناك مستوى عال من التنفس، عندما يكون هناك مستوى عال من ثاني أكسيد الكربون فان التنفس ينخفض. إن هذه العمليات يجب أن تكون واضحة للمشرفين على المخزن

هناك تغيرات كثيرة معقدة تحدث أثناء النضج والشيخوخة. كل هذه التغيرات تتأثر بالرطوبة والحرارة. مع أن هناك إختلاف كبير للحصول على نهاية المقصد وإختلافات في تجميع استجابات النبات من منتج نباتي لاخر. إنه ليس من السهل أن تحفظ كل شيء جاف وبارد. أما للحصول على أحسن نوعية مرغوبة فانه يجب الوصول بالمنتجات النباتية الى أقرب ما يكون من الظروف المطلوبة في المخزن وأثناء النقل.

٤ - عمليات النقل :

بالاضافة الى العمليات التقليدية، إلا أن هناك عمليات تكنولوجية حديثة أدخلت في هذا المجال ولها نجاح كبير وهو استعمال الأيونات المشعة. من الفوائد لهذه العملية هو تثبيط نشاط الأنزيمات في حين تكون حرارة المخزن على درجة الغرفة العادية (٢٠ - ٢٢ْم). إن الطريقة التي ترتب بها الثمار في الصناديق والاقفاص لها أهمية كبيرة لتقليل الاضرار والخسائر التي تحدث في المحصول، إن طريقة تعبئة وتحميل ثمار العنب الناضجة تختلف عن طريقة تعبئة وتحميل ثمار الخوخ الناضجة.

جو المخزن Storage Atmosphere

إن العلاقة بين تركيز كل من الاكسجين وثاني أكسيد الكربون على النضج والوصول الى طور الشيخوخة في الثمار قد درس كثيراً. وجد أنه بالنسبة للثمار الطازجة أو لبعض الخضروات الطازجة فان لكل منها نسبة معينة من الاكسجين وثاني أكسيد الكربون للوصول الى طور الشيخوخة، واذا زادت نسبة ثاني اكسيد الكربون فان هذا يؤدي الى الاختناق.

يجب أن يكون المخزن جيد الاغلاق حتى لا يتسرب منه الغازات. بعد أن يتم بيع المنتجات من أي غرفة من المخزن يجب أن تفرغ من الاكسجين بنسبة ١٪ كل يوم إبتداءاً من ٢١٪ الى أن تصل ٢ - ٣٪. وكذلك يجب أن يفرغ ثاني أكسيد الكربون بحيث لا تزيد نسبته عن ٥٪. اما درجة الحرارة فيجب أن تكون عند الدرجة التى اذا خفضت عنها تحدث اضراراً للمنتجات النباتية وهذا يختلف حسب نوع المنتجات النباتية المخزنة. جميع هذه العمليات تجرى بالاجهزة

الاوتوماتيكية المبرمجة بالكومبيوتر. يجب استبعاد أي مادة تطلق أبخرة من أن تخزن مع المنتجات النباتية.

إن نسبة الرطوبة في جو المخزن يجب أن تكون متعادلة أو متناسبة مع ثاني اكسيد الكربون والاكسجين حيث أن جو المخزن يعتمد على ثلاثة ركائز هي : - الاكسجين وثاني أكسيد الكربون - الحرارة والرطوبة. فمثلاً عند تخزين مواد جافة مثل الحبوب، البذور الجافة، الالياف أو الخشب فيجب أن تكون رطوبة المخزن أقل ما يمكن. أما عند تخزين الثمار اللحمية أو الخضراوات الورقية فيجب أن تكون الرطوبة عالية للحفاظ على المنتجات النباتية غضة بدون جفاف.

إن الاضرار التي تحدث للمنتجات النباتية نتيجة درجة الحرارة غير المناسبة في المخزن هي أكثر أنواع الاضرار. بشكل عام يمكن القول بأن التجمد يسبب اضراراً كبيرة للمنتجات ذات الاجزاء العصارية الى درجة يجعلها غير قابلة للتسويق. اما درجات الحرارة التي تكون فوق أو تحت الدرجة المثلى للمنتج النباتي فان لها تأثيرات غير مرغوبة على مظهر، قوام، طعم وتجعل المادة قابلة للفساد. هناك بعض الاضرار تظهر على الثمار نتيجة تغيرات درجة الحرارة، هذه الاضرار كافية لأن تُميز وتُعطى أسماء معينة وبعضها الاخر غير واضح التمييز.

بالاضافة الى الاضرار المباشرة لدرجات الحرارة المرتفعة فانها تسبب إثارة لبعض العمليات الفسيولوجية الاخرى، يزداد التنفس وتظهر جميع أنواع الاضرار غير المرغوبة المتسببة عنه. كذلك فان إنبثاق المواد المتطايرة تميل لأن تسبب اضراراً واضحة تحت درجات الحرارة المرتفعة، وما يصاحب ذلك من سرعة الجفاف وغيره.

عند تجهيز المخزن وجد أنه يجب ادخال هواء على حرارة ٤٤° م لمدة ٤٠ - ٦٠ دقيقة ثم بعد ذلك يتبع عملية التبريد.

اولاً: امراض المخزن (التخزين)

١ - سمطة التفاح Apple Scald

الاعراض : تتميز السمطة بظهور تلون على جلد الثمرة المخزنة، يتراوح اللون من البني الفاتح في الحالات المتوسطة الى البني الغامق شاملاً جميع سماكة الجلد، أما في الحالات الأكثر شدة فتظهر السمطة اولاً على الوجه الاكثر بياضاً في الثمار حيث تكون اكثر شدة وتنتشر حتى تشمل اكبر جزء من سطح الثمرة ويعتمد هذا الى حد ما على نضج الثمرة وقت التخزين. يكون الجلد ذو اللون الأخضر في الثمرة أو الجلد الذي لم يتلون بعد في الثمرة هو الأكثر حساسية للمرض، والجزء ذو اللون الاصفر يكون متوسط القابلية، بينما الجلد ذو اللون الاحمر القاني هو بشكل عام أكثر مقاومة.

تموت أجزاء كبيرة من الجلد في حالات الاصابة الشديدة وأحياناً تتحطم الى درجة أن الجلد يمكن أن يتقشر بسهولة عن لحم الثمرة. في بعض الحالات يموت لحم الثمرة ويصبح ذو لون بني لعمق حوالي ١/٢ إنش ويأخذ المرض شكل عفن التفاح، ولكن العفن الحقيقي ينتشر عادة الى أعمق في لحم الثمرة ويأخذ شكل مخروطي الى حد ما في حين أن السمطة تنتشر عادة على مسطح واسع من الثمرة بدون أن تتغمق الى الداخل.

يمكن أن تكون السمطة الشديدة متبوعة بتحللات فسيولوجية أو تحطم داخلي والذي من الممكن أن يشمل كمية كبيرة من الجزء الداخلي. لا تلبث أن تهاجم فطريات العفن المناطق المسموطة من الثمرة التي تجد في الأنسجة الميتة مدخلاً جيداً لها وبالتالي تكمل عملها في تحطيم الثمرة.

إن الأعراض الموصوفة سابقاً تُخصص أو تُعين بشكل عام على السمطة السطحية العادية أو السمطة الصلبة لتميزها عن أعراض السمطة التي تسمى السمطة الطرية أو العميقة Soft or deep scald والتي تختلف الى حد ما عن السمطة السطحية. إن كلا السمطتين يسهلان للفطر *Cladosporium* والفطريات الاخرى أن تخترق الثمرة وتسبب البقع السوداء.

بينما يمكن للسمطة أن تظهر عادة في الثمار المخزونة في البيت الا أنها تعتبر من أكثر الامراض في المخازن التجارية وفي السوق. لقد وجد أن السمطة في التفاح يمكن أن تظهر بسهولة وسرعة كما في حالة سرعة ظهور الاعفان الزرقاء في الحمضيات أثناء التخزين (اصابات فطرية) وهذا لا يشمل السمطة الكامنة التي تظهر متأخرة وبالتالي فان الخسائر تكون اعلى من اي الاضرار الاخرى التي تظهر في السوق. تسبب سمطة التفاح خسائر أو تعوق صناعة التفاح بعدة طرق منها.

١ – عن طريق خفض السعر بسبب المرض الظاهر على الثمرة أو يعجل بالبيع بأي سعر خوفاً من زيادة المرض.

٢ – تتحطم الثمرة قبل أن تصل الى المستهلك.

٣ – خفض نسبة المبيعات عندما تبدأ السمطة في التكشف وبالتالي تؤثر على كمية المباع والمستهلك في السوق.

أسباب المرض :

كما هو معروف فان مرض سمطة التفاح في المخزن هو مرض غير طفيلي أو اضطراب فسيولوجي يكون بسبب إنتاج إستر متطاير بواسطة الأنسجة الناضجة أو الثمرة المتقدمة في السن، هذا الاستر له تأثير سام على الأنسجة إذا كانت الظروف مناسبة لأن يتجمع في الأنسجة او في الهواء المحيط بالثمرة. إن هذا الاقتراح قد بني على حقيقة أنه يمكن احداث سمطة نموذجية صناعياً في خلال بضع أيام عن طريق تعريض التفاح الى أبخرة إيثايل أسيتيت، امايل أسيتيت أو ميثايل بيوتريت.

كان يعتقد أن السمطة تتسبب عن نقص الاكسجين او زيادة ثاني أكسيد الكربون، ولكن ثبت أن السمطة يمكن أن تظهر عندما لا يكون هناك نقصاً في الاكسجين ولم تتكشف عند زيادة ثاني اكسيد الكربون ولقد ثبت العكس من ذلك حيث أن زيادة ثاني أكسيد الكربون تؤخر النضج وتقلل تكشف السمطة.

إن وقت ظهور وشدة المرض يتأثران بالظروف التي كانت سائدة أيام موسم النمو وظروف بساتين الفاكهة وحسب تأثير البيئة التي تكون سائدة أثناء جمع وتعبئة ونقل أو تخزين وتسويق الثمار. تتأثر قابلية الثمار للاصابة بالسمطة بعدة عوامل منها : -

(١) درجة نضج ولون الثمرة أثناء جمع المحصول. الثمار الناضجة والملونة كثيراً تسمط بدرجة أقل من الثمار ضعيفة التلوين وغير الناضجة جيداً، الثمار التي تقطف خضراء يمكن أن تظهر ضعف ما تُظهر الثمار الناضجة جيداً ولكن ليست في مرحلة بعد النضج Over-ripe.

(٢) كمية الرطوبة المتوفرة خلال فترة النمو. تزداد قابلية ثمار التفاح للسمطة بزيادة الرطوبة إما من الري أو من المطر الطبيعي. إن الثمار الناضجة والمجموعة بعد فترة ري غزيرة تصاب بالسمطة ثلاثة أضعاف ما تصاب به الثمار المأخوذة من أشجار سقيت بري خفيف وتحت نفس الظروف.

(٣) حجم الثمرة. وجد أن الثمار الكبيرة تكون أكثر قابلية للسمطة من الثمار الصغيرة، يبدو أن ذلك بسبب ضعف النمو وقلة النضج وضعف التلون.

عوامل المخزن التي تؤثر في ظهور السمطة : -

١ - درجة الحرارة : إن درجة الحرارة التي تتعرض لها الثمار بعد الجمع، خلال التخزين او خلال الشحن الى السوق لها تأثير كبير في ظهور وتكشف السمطة وذلك لأن ثمار التفاح المجموعة تستمر في العمليات الفسيولوجية لمدة طويلة مازالت الانسجة حية، ويجب أن يكون واضحاً أن هذه العمليات والتي هي اساساً تفاعلات كيميائية سوف تكون أسرع على درجات الحرارة المرتفعة وتنخفض كثيراً على درجات الحرارة المنخفضة. ونظراً لأن السمطة ظاهرة كيميائية فيجب أن نتوقع أن ظروف الحرارة التي تثبط التنفس ونشاط الأنسجة بشكل عام سوف تؤخر ظهور المرض. إن التخزين على درجات حرارة منخفضة لا يمنع ظهور السمطة ولكن يؤخر ظهورها. وجد أن تخزين ثمار التفاح على درجة صفر مئوية تؤدي الى تأخير ظهور السمطة عن أية درجة حرارة أعلى منها تخزن عليها الثمار

خاصة اذا كانت الثمار قد قطفت وهي في ريعان نموها. إن الثمار التي تقطف غير ناضجة يمكن تأخير ظهور السمطة عليها وذلك بتخزينها على درجة الحرارة العادية حتى تصل الى طور النضج العادي أو الدرجة المثلى من النضج ثم تخزن في مخزن مبرد.

٢ – تهوية الثمار أثناء التخزين : – إن ركود الهواء في المخزن عملية مسهلة لتكشف السمطة وبالتالي فان تكويم التفاح في اكوام كبيرة او في ترتيب متلاصق في حاويات او استعمال حاويات مغلقة تماماً او تخزين التفاح في مستودعات او غرف ضعيفة التهوية، كل ذلك يلائم إبتداء المرض. إذا كان تأخير التخزين ضرورياً أو لأمر قاهر فمن الضروري توفير ظروف تهوية بحيث تعطي أفضل إمكانية لحركة الهواء، وبواسطة هذه الطريقة فان حدوث المرض سوف يتأخر عندما تنقل الثمار الى المخزن المبرد.

إن أهمية التهوية في غرف المخزن قد تأكدت بحقيقة أن السمطة تكون أقل حدوثاً في الأقبية المهواة جيداً وغرف التخزين المبردة المهواة عنها في المخازن المبردة وقليلة التهوية.

إن عملية الحركة الهوائية هي أكثر أهمية من ادخال هواء جديد. وجد أن ثمار التفاح الموضوعة قرب الطرقات في المخزن او قرب الأبواب تكون أقل إظهاراً للسمطة من تلك الثمار الموضوعة في مركز المخزن، وهذا يعني أن الزحمة في وضع الثمار وقلة تهوية غرف المخزن سوف تسبب كمية كبيرة من السمطة والعكس صحيح. لذلك يلاحظ أن تخزين ونقل التفاح يكون في صناديق وغير مزدحم وذات تهوية جيدة لتقليل ظهور المرض

إن الفترة الاولى من التخزين مثلاً اول (٦ – ٨) أسابيع هي مرحلة حرجة ووقت مهم في حياة المواد المخزنة (ثمار التفاح) ، حيث أنه خلال هذه الفترة تكون التهوية الجيدة ضرورية وأساسية في المخزن.

٣ – درجة رطوبة الهواء المعرضة له الثمار : – لقد تبين أن السمطة تزيد بزيادة الرطوبة في غرف المخزن ولكن التهوية والحرارة لهما تأثير أكثر. يمكن تلخيص كل ذلك بالقول بأن أقصى كمية من مرض السمطة سوف تتكشف في الثمار غير الناضجة المأخوذة من بساتين سقيت بكثافة قبل قطف الثمار ووضعت في أوعية غير مهواة وحفظت على درجة حرارة عالية وخزنت في مخزن ضعيف التهوية.

قابلية الاصناف للإصابة : -

تحت الظروف غير الملائمة يمكن أن تحدث السمطة على أي من أصناف التفاح، ولكن بعض الاصناف تكون أكثر قابلية للسمطة. بشكل عام يمكن القول بأن الأصناف الخضراء والصفراء تكون أكثر قابلية لحدوث السمطة عن الأصناف الحمراء، ومع ذلك فانه حتى في بعض الأصناف الحمراء يكون المرض هاماً إقتصادياً. تظهر السمطة على الثمار الملونة جزئياً بشكل اساسي على الجزء الأخضر أو الأصفر من الثمرة.

الاحتياطات الواجب إتباعها لمنع السمطة : -

إن أكثر الاجراءات الوقائية التي يجب إتباعها للتحكم في ظهور مرض السمطة هي : -

١ - التخزين على درجة حرارة منخفضة

٢ - استعمال ورق مشرب بالزيت تلف به الثمار او على شكل شرائط توضع بين الثمار غير الملفوفة.

٣ - تغليف جلد ثمرة التفاح بطريقة Brojdexing

بهذه العمليات نخفض السمطة الى أقل ما يمكن.

٢ - السمطة الطرية في ثمار التفاح
Soft Scald of Apples

يختلف هذا المرض عن مرض سمطة التفاح السابق الذكر، تتراوح الاعراض من بقع صغيرة حوالي ١/٨ إنش أو أقل الى مناطق كبيرة أحياناً تشمل معظم سطح ثمرة التفاح. يمكن مقارنة الاعراض وكأن ثمرة التفاح قد عمل لها دحرجة على سطح ساخن. يكون لهذه البقع طرف مميز ويكون الجلد مجعد وتظهر الثمرة وكأنها مطبوخة وتكون الأنسجة المصابة كلها متشابهة، تكون المنطقة المسموطة مكونة من بقع طولية مستعرضة او ذات أشكال غير منتظمة. سمى هذا المرض في البداية باسم العفن البني الجاف. لا يقاوم هذا المرض باللف

باوراق الزيت ولكن يمكن تخفيضه بالمعاملة بـ Brojdexing ولف الثمار فوراً وتخزينها في المخزن المبرد.

٣ - القلب الأسود في البطاطس
Black heart of Potato

الأعراض والتأثيرات :

لقد جذب هذا المرض أنظار أخصائي امراض النبات وذلك خلال سنة ١٩١٠ - ١٩١٢ أثناء تجارة البطاطس ونقلها بالبواخر. لقد كان هذا المرض شائع الحدوث في الشحنات التي تنتقل بالسيارات وكان يتوقع أنه متسبب عن البرودة أو الحرارة الزائدة.

يختلف مظهر الدرنات المصابة بمرض القلب الأسود، وهذا الاختلاف يعتمد على الظروف التي يتطور تحتها المرض. ولكن بشكل عام فان الدرنات المصابة بالمرض تظهر من الخارج عادية تماماً ولا تأثير للمرض على الشكل الخارجي، ولكن عند قطع الثمرة الى نصفين يظهر لون بني مسود في قلب الدرنة (شكل ٦٣). يبدأ التلوث من مركز الدرنة ويتقدم تدريجياً الى الخارج مسبباً إما شكل إشعاعي نجمي أو شكل أكثر تماثلاً للدائري. إذا كانت الظروف الحاثة على المرض استمرت لمدة طويلة فان الإسوداد يمكن أن يستمر في التقدم حتى يصل الى سطح الدرنة. إن الأنسجة السوداء تكون واضحة تماماً ومتغايرة مع لون لحم الدرنة السليم وتكون الأنسجة السوداء تشابه في تماسكها الأنسجة السليمة، الا أنها قد تكون أكثر صلابة أو تكون جلدية الى حد ما إذا ما حصل لها تجفيف بسيط. إن هذه الصفة يمكن بها تمييز هذه البقع عن تلك التي تسبب الرشح او العفن الأسود الذي يكون مشابه في اللون لهذا المرض الا أن الأنسجة تكون طرية ومائية.

في بعض حالات مرض القلب الأسود يظهر التلون على شكل مخاريط تحيط بقلب الدرنة والذي يأخذ اللون الطبيعي أو يكون متلون بلون فاتح خفيف. اذا كان عمر المرض قصيراً أو بدأ من فترة وجيزة يكون مركز الدرنة صلباً ولكن إذا كان عمر المرض طويلاً اي بدأ منذ

عشرة أيام أو أكثر فان إنكماش الأنسجة المريضة سوف يسبب تكوين فجوة مركزية محاطة بالأنسجة السوداء. إن صفات الأنسجة السوداء تساعد في التمييز بين هذا الطور من المرض ومرض القلب الأجوف Hollow heart والذي تكون فيه الفجوة المركزية احياناً محاطة بمنطقة ضيقة من نسيج بني مؤكسد. اذا استمر تقدم اللون الأسود في الدرنة حتى يصادف جروح في الدرنة فإن الكائنات الدقيقة المعفنة تدخل الى الدرنة وتستمر في تحطيمها.

هناك شكل ثاني من المرض يبدأ اولاً على شكل منطقة رطبة على السطح (تعرق)، هذا قد يكون متبوعاً بتلون بني سطحي فوق مساحة تمتد فوق سطح الدرنة وتكون اكثر ملاحظة في أطراف البراعم من الدرنة. هذا الشكل من المرض وصف على أنه تحطم السطح وذلك لما يتبعه من تحطم لأنسجة الدرنة.

أما الشكل الثالث للمرض فكانت اولى ملاحظاته بعد ٣ – ٤ شهور من تاريخ تخزين البطاطس عندما لوحظ في احدى الصناديق درنات بطاطس يظهر على سطحها بقع غائرة قليلاً دائرية أو غير منتظمة الشكل وتختلف في القطر من ١ – ٢ سم. تكون حواف هذه البقع مزرقة او ذات مظهر متدرج في اللون. عند قطع هذه البقع الغائرة بسكين وجد أنها بسمك الجلد فقط وأن الخلايا الميتة كانت بسمك طبقة الجلد وتحت الجلد نفسه ولم يكن هناك إمتداد للون في داخل الدرنة، هذا الشكل من المرض يسمى تعفن البرعم Button rot في الدرنة ولكنه ليس تعفن حقيقي للدرنة. يحدث تنقرات في الدرنة أحياناً. اذا بقيت الظروف مستمرة مناسبة للمرض فان تلون داخلي نموذجي للقلب الأسود سوف يظهر.

اذا قطعت الدرنة المصابة قبل أن يستفحل بها المرض فان لحم الدرنة سيكون عادياً ولكن فيما بعد سيتحول الى اللون القرنفلي عند تعريضها للهواء ثم يأخذ اللون الرمادي الأسود أو الارجواني ثم أسود فحمي. إن الدرنات التي تعاني من مرض القلب الأسود بشدة تكون غير مناسبة لأن تزرع ولكن إذا كانت الاصابة بسيطة فيمكن زراعتها. إن قوة النمو وكمية الانتاج تتناسب عكسياً مع شدة المرض.

أسباب المرض : -

لقد تبين بالتأكيد أن مرض القلب الأسود يتسبب عن إختناق الأنسجة في الدرنة وذلك لقلة الاكسجين. إن هذا النقص في الاكسجين يكون قادراً على أن يسبب المرض في درجات الحرارة العالية عندما تكون العمليات الحيوية سريعة أكثر منها على درجة الحرارة المعتدلة، ولكن أيضاً تحت درجات الحرارة المعتدلة فان نقص الاكسجين وقلة التهوية يسبب المرض. يمكن احداث المرض صناعياً عن طريق تعريض الدرنات لدرجات حرارة من ٣٨ - ٤٨ْ م لمدة ١٤ - ٤٨ ساعة. إن درجة (٤٢ - ٤٤ْم) هي المثلى لحدوث المرض وإن هذه الدرجة متقاربة مع الدرجة القصوى للتنفس. إن هذه المعاملة تسبب التلون النموذجي للمرض.

لقد تبين أن مرض القلب الأسود يمكن أن يحدث على درجة حرارة ٢٠ْ م اذا وضعت الدرنات في أماكن مزدحمة وقليلة التهوية فتظهر الاعراض بعد ١٠ - ١٢ يوم. اما على درجة حرارة ١٥ - ١٧ْم فيظهر خلال عشرين يوم أما على درجة حرارة ٥ْم فيحتاج الى ٢٣ - ٤٠ يوم.

إن درجات الحرارة العالية تسبب زيادة التنفس في ظروف ينخفض فيها الاكسجين خاصة بالنسبة للخلايا الداخلية في الدرنة وهذا يؤدي الى موت تلك الخلايا ولكن الأنزيمات لا تتحطم وإن عمليات الميتابولزم في الخلية تسمح باكسدة الأحماض الأمينية. أما عندما تكون درجة الحرارة عالية بحيث تحطم الأنزيم على درجة ٦٠ْم فانه لا يظهر تلون وتطبخ الدرنة فقط.

إن التهوية السيئة في المخزن لمدة طويلة تزود الظروف المناسبة لظهور مرض القلب الأسود، لذلك وبسبب أن التنفس في خلايا الدرنة ينخفض الى أقل درجة ممكنة وتستمر في استعمال الاكسجين المتوفر وبعد أن ينتهي الاكسجين تبدأ الخلايا في التحلل الذاتي مسببة التلون الأسود. يظهر المرض بعد ٤٠ يوم من وضع الدرنات في وعاء محكم حيث خلال هذه المدة يستنزف الاكسجين الجوي.

وجد في بعض الدراسات أن هناك علاقة بين درجة الكمون في الدرنة وشدة مرض القلب الأسود وبشكل عام تكون الدرنات التي هي متوسطة الكمون اكثر قابلية للاصابة من الدرنات الكامنة كلية او غير الناضجة.

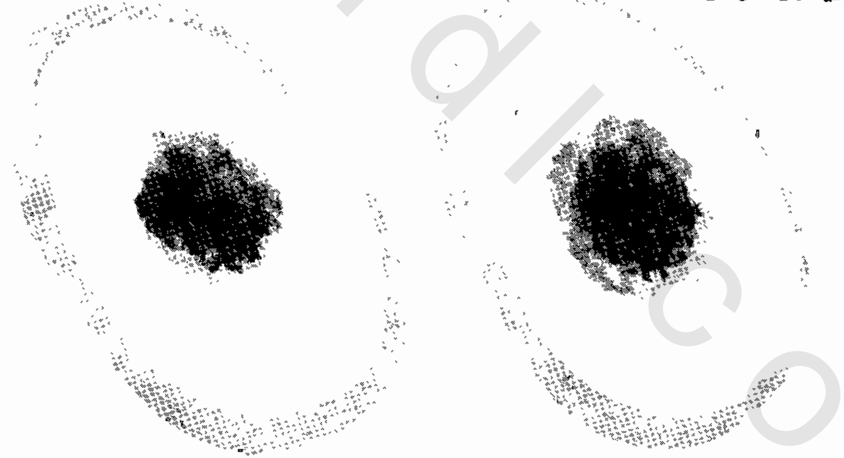
قد يحدث مرض القلب الأسود احياناً في التربة في وقت النضج او قبله بقليل عندما تكون درجة حرارة التربة عادة عالية، هذا الطور من المرض قد يحدث فيه بعض التغيرات عن اللون والوصف النموذجي للمرض السابق ذكرها. يحدث في الدرنات شيء من الالتواء وموت موضعي داخلي.

طرق منع حدوث المرض : -

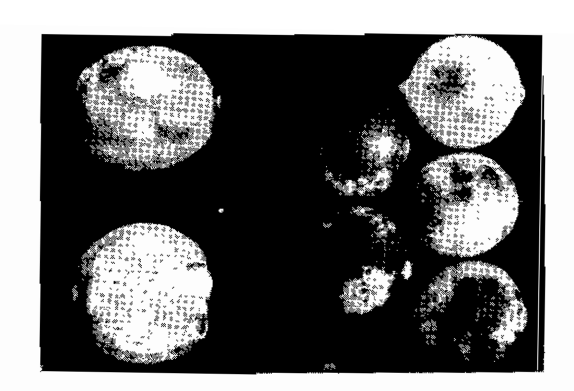
١ - يجب التاكيد على أن التحكم في الحرارة لوحدها خلال فترة التخزين دون الاهتمام بالتهوية يكون غير كاف لمنع حدوث المرض. يجب في البداية الاهتمام بتخزين البطاطس بطريقة بحيث تتزود بالهواء ويجب التذكر بان درجات الحرارة المرتفعة تحتاج الى تهوية جيدة ومستمرة وحتى مع أحسن إستعداد للتهوية فان درجة حرارة المخزن أو السيارة التي تنقل البطاطس يجب أن لا تزيد عن ٢٥°م وفي العربات المكيفة يجب أن لا تزيد عن ٥°م.

٢ - يجب ترك درنات البطاطس في التربة لمدة كافية بعد أن تموت العروش واذا كانت المنطقة مرتفعة الحرارة في التربة يجب أن لا تترك الدرنات معرضة لأشعة الشمس الحارة بعد القلع.

٣ - يجب الاهتمام بترتيب وضع أكوام البطاطس حتى لا تقل التهوية فى الأكوام الكبيرة ويظهر المرض.



شكل رقم ٦٣: أعراض مرض القلب الأسود في درنات البطاطس.



شكل٦٤: أعراض مرض البقعة الحمراء في الحمضيات، على الشمال أما على اليمين يظهر التلون البني في البيدو.

٤ - تلون الأبصال وثمار أخرى

Discoloration of Onions and Fruits

إن تعرض الأبصال بشكل عرضي الى الأمونيا أثناء التخزين في مخزن مبرد يمكن أن يظهر عليها تغيرات ملحوظة في اللون. تتغير الابصال الحمراء الى اللون الأخضر المسود ثم أخيراً الأسود المخضر الغامق. أما الابصال الصفراء فتبدي اولاً لون أخضر مصفر على اطراف الحراشف ثم يتحول الى اللون البرنزي ثم الاسود المائل للبني في الأطوار المتقدمة. الابصال البيضاء تصبح صفراء مخضرة. يحدث التلون بسرعة أكثر كلما ازدادت رطوبة جو المخزن. إن تعرض الأبصال الى ١٪ أبخرة أمونيا لمدة ساعة واحدة كافية لان يحدث تلون الأبصال، أما التعرض لتركيزات اكبر في المخزن المبرد يتغير اللون حالاً ويظهر مناطق سوداء بنية خلال بضع دقائق.

إن هذا التحول في اللون يكون نتيجة امتصاص الأمونيا في جزيئات الرطوبة الموجودة على سطح البصلة وأن اللون يتفاعل مع المحلول القاعدي (الحاصل من ذوبان الأمونيا في الرطوبة) لصبغات الفلافون والانثوسيانين الموجودة في حراشف الابصال. وبالمثل يحدث بعض التغيرات في اللون عندما تتعرض ثمار فواكه وخضراوات أخرى مثل ثمار التفاح، الخوخ، الكمثرى والموز الى أبخرة الأمونيا وفي جميع الحالات فان التفاعل المباشر يؤدي الى تغير اللون. عندما يكون تركيز الأمونيا عالياً يمكن أن يحدث تحللات ثانوية في الأنسجة على شكل تطرية واسوداد في الخلايا.

أما في العنب فتتلون حبات العنب وتتحطم الأنسجة اما الحمضيات بما فيها الماندرين – البرتقال الحلو والليمون، يتحول لون القشرة الى البني الغامق وتصبح الأنسجة طرية. المانجو يتلون سطح الثمرة باللون البني، يحدث تنقرات ويتحلل النسيج الداخلي. أما البطاطس فيظهر عليها بثرات، تنقر وتلون داخلي وتتحطم الأنسجة وتأخذ الشكل المائي. اما الطماطم فيضعف تكشف اللون الطبيعي ويحدث تغير في لون الجلد وتتحطم الأنسجة.

٥ - التحلل الداخلي للبطاطا الحلوة
Internal Breakdown of Sweet Potato

إن هذا المرض يتميز عن التحلل المرافق لاضرار درجات الحرارة المنخفضة، يظهر في الجذور المخزنة على رطوبة نسبية منخفضة نسبياً وعلى درجات حرارة عالية، يزداد المرض بزيادة مدة التخزين تحت هذه الأوضاع.

تظهر الأنسجة الداخلية قطنية القوام ويتكشف فجوات تبدأ من مركز الجذر. يحدث اولى الاضطرابات في الأنسجة البرانشيمية البينية في الجهاز الوعائي. تصبح الخلايا الكبيرة غير المنتظمة والفقيرة بالنشا جافة تقريباً يتخللها الهواء وتظهر وكأنها كتلة بيضاء. يصبح النسيج اسفنجي وعندما يجف تظهر فجوات مبطنة ببقايا الخلايا المحطمة.

٦- إخضرار البطاطس

Irish Potatoes (Greening)

يحدث إخضرار البطاطس عند تعرضها للضوء خلال التخزين. إن هذا التلون ليس خطيراً اذا لم يصاحبه الطعم المر السام عندما تتكون المادة القلوية سولانين Solanine. مع أن تكوين الكلوروفيل يكون مستقلاً عن بناء السولانين، الا أن نفس العوامل، كمية الضوء وكثافته، مدة التخزين، عمر الدرنات يؤثر على تكوين كليهما. اذا كانت الاضاءة (Looft- Candle) وفترة تخزين طويلة ودرنات غير ناضجة فإنها تسبب تكوين مستويات عالية من الكلوروفيل والسولانين. وجد أن مادة Alar والاثير تثبط تكوين الكلوروفيل والسولانين.

٧- عمى البطاطس

Blindness of Potato

يتسبب هذا المرض نتيجة تخزين درنات البطاطس على درجات حرارة غير مناسبة، وسمى بهذا الاسم لأن البراعم تموت أو تسود.

اذا خزنت درنات البطاطس غير الناضجة وخاصة تلك التي عليها جروح أو كدمات في الجلد حدثت أثناء الجمع، اذا خزنت فوراً على درجة حرارة أقل من ٤٥ْ ف يحدث انكماش في الدرنة تتلون وتتحطم الأنسجة حتى وأن الفلين لا يتكون على الجروح. أما التخزين على ٣٢ – ٣٦ْ ف حالاً بعد الجمع فانه يمكن أن يسبب اسوداد وقتل البراعم (العيون) أو إضعافها والتي إذا نمت في المستقبل فانها تعطي نموات مغزلية ضعيفة.

وفي حالات أخرى يتكون بقع سوداء وموت موضعي حول العديسات، قد يكون هذا راجعاً من اضرار الصقيع وحدوث الجليد في أماكن محددة وهذه البللورات الجليدية تسبب حدوث الموت الموضعي لبعض الأنسجة نتيجة احتكاك الأنسجة بالجليد.

٨ - جفاف ثمار الموز
Banana Dehydration

إن الجفاف أو فقد الماء من ثمار الموز يؤدي الى إنكماش أو تكرمش النسيج أو يمكن أن يسبب اعراضاً كثيرة الشبه لاضرار التبريد الشديد. إن التنقر في الموز يمكن احداثه إما بالحرارة العالية أو بالرطوبة النسبية المنخفضة. إن درجة الحرارة ٩٥ - ١٠٠ْ ف عندها يمكن أن يبدأ التنقر. إن هذا يبين لماذا يكون الموز تحت الظروف الاستوائية والمتحصل عليه في الطقس الحار ليس من الضروري تعريضه للحرارة، كذلك فان الرطوبة النسبية تحت ٨٠٪ يمكن أن تسبب الأعراض المميزة للتحطيم الناتج من الحرارة المنخفضة، وبالتالي لكي نمنع تأثيرات الجفاف يجب أن يبرد الموز فوراً بعد الجمع ويخزن على درجة رطوبة كبيرة بين ٩٠ - ٩٥٪.

٩ - شفافية حراشف البصل
Onions Translucent Scales

تتكون أعراض مرض شفافية حراشف البصل من إبيضاض الخلايا المعتمة طبيعياً بسبب تحطم جدر البرانشيما ويمكن أن يحدث التباس بين هذا المرض وبين اضرار التجمد ولكن فيما يلي جدولاً يميز بين المرضين.

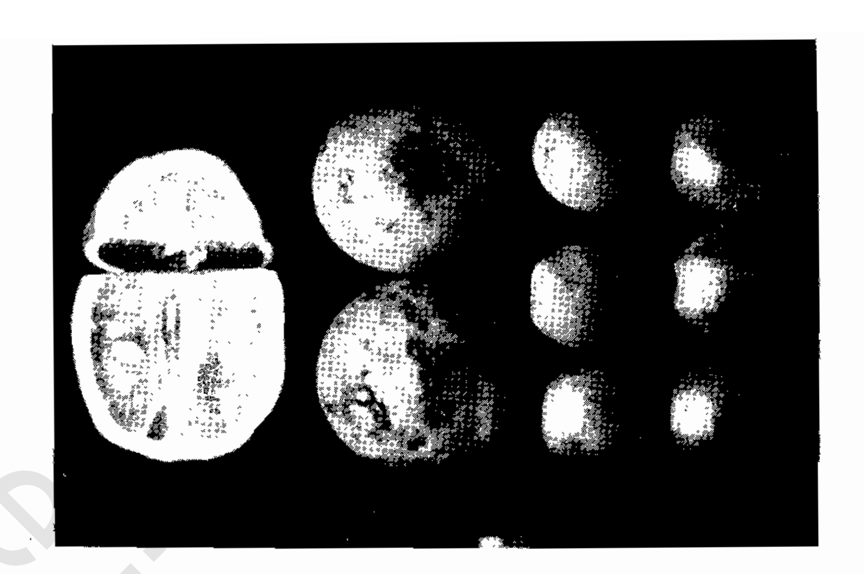
الصفة	اعراض التجمد	اعراض شفافية الحراشف
الضرر	من السطح والى الداخل	بدون نظام
الساق القرصي	يمكن أن يصاب	لا يصاب
الحراشف	تصاب الخارجية اكثر من الداخلية	يمكن ان تصاب الداخلية اكثر من الخارجية
المقطع السطحي الحديث	جاف	رطب
مناطق بيضاء من النسيج المعتم	توجد	لا توجد
بشرة الحراشف المصابة	مفقودة	مفقودة فقط في الاصابة الشديدة
قوام السطح بدون بشرة	محبب صلب	أملس زلق.

هناك عدة عوامل تؤثر على شدة هذا المرض. إن تأخير ١٥ - ٣٠ يوم بين أخر جمعة وبداية التخزين على ٣٢° ف يزيد حدوث المرض بوضوح خلال ٧ شهور تخزين. يمكن أن يكون سبب المرض يمتد الى الخلف ويبدأ خلال فترة النمو عندما تكون درجة الحراة ٩٠° ف لمدة ٥٠٪ من فترة النمو. أو فوق ٩٥° ف لمدة ٣٠٪. يجب أن لا يكون التخزين طويلاً بسبب ارتفاع إحتمالية تكشف المرض، تغطية الابصال بالتربة عند الجمع ثم تخزينها في مخازن باردة يقلل حدوث المرض.

١٠ - البقعة الحمراء في الليمون (البطشة)
Red Blotch of Lemons

دراسات عديدة وأبحاث كثيرة أجريت على هذا المرض منذ ١٩٦٢. يكون هذا المرض على شكل تلون بني محمر الى بني مسود ومسبباً بطشاً غير منتظمة على قشرة ثمرة الليمون (شكل ٦٤). تظهر المقاطع الشعاعية في القشرة أن الطبقة الخارجية من الهايبوديرمز hypo-dermis التي بين غدد الزيت هي التي تتأثر اولاً. في حالات الاصابة الشديدة يمتد إنهيار الخلايا الى البشرة الخارجية وفوق قمة الغدد الزيتية. كل الخلايا الاخرى في منطقة الفلافيدو Flavedo من ضمنها الغدد الزيتية ومنطقة البيدو Albedo تبدو أنها غير متأثرة. لا تظهر الاعراض على الثمار وهي على الشجرة اطلاقاً وإنما يتكشف المرض أثناء النقل والتخزين وأثناء التسويق.

يتكشف المرض في المخزن على الثمار غير تامة النضج وخاصة عند قطفها أثناء الجو البارد. يتسبب المرض عن وجود الأيثيلين في المخزن وعن سوء تهوية المخزن، ويعتقد أيضاً أن المرض يتسبب عن بعض نواتج التنفس مثل alkyl esters حيث أنه ظهرت أعراض مماثلة لأعراض المرض عند تعريض ثمار الليمون لاسترات مختلفة من بينها ethyl acetate. هناك بعض الابحاث تقول بأن هذا المرض صفة وراثية.



شكل رقم ٦٥ : ثلاثة أمراض فسيولوجية على ثمار الحمضيات. فى الشمال جفاف وتحبب، في الوسط تبقع القشرة فى برتقال فالنسيا. في اليمين تحطم قشرة برتقال أبو سرة (أمراض الشيخوخة).

١١ - الشيخوخة وتحلل قشرة طرف ساق حامل الثمرة في الحمضيات
Aging and Stem-end Rot of Citrus

تظهر الشيخوخة في ثمار الحمضيات وخاصة البرتقال على شكل جفاف، تلون، انكماش وجفاف القشرة الصلبة حول طرف الساق حامل الثمرة. يتميز هذا المرض كثيراً في ثمار برتقال أبو سرة ويسمى تحطم قشرة ثمار أبو سرة Rind Breakdown of Navales. إن اطالة مدة التخزين يمكن أن تسبب إنتزاع الماء، إنهيار الغدد الزيتية وموت خلايا البشرة شكل ٦٥).

إن حدوث ظاهرة الشيخوخة في نهاية طرف الساق حامل الثمرة يمكن أن تكون بسبب سرعة فقد الماء والمواد الصلبة الذائبة في هذه المنطقة أكثر منها في الطرف الزهري. اذا حدثت البقعة في حوالي ربع الثمرة السفلي عندها يطلق على المرض اسم التنقير.

إن التأخير في نقل الثمار، الرطوبة المنخفضة، زيادة التلميع واستعمال المحاليل الساخنة لتثبيت اللون أو أثناء الغسيل كل هذا يزيد أعراض الشيخوخة. إن هذا المرض مرتبط بظاهرة النتح وبالتالي فإن الطرق التي تقلل النتح أثناء التخزين سوف تقلل من حدوث المرض. إن تشميع الثمار، حفظها على رطوبة جوية عالية وحفظها على درجة الحرارة الموصى بها كل ذلك يقلل من حدوث المرض. وجد في بعض التجارب أن رش الثمار بمحلول ٣٪ Pinolene، او بغشاء Polyterpene قبل جمع الثمار يخفض الاصابة من ٣٤٪ الى ٧٪ بعد التخزين لمدة ٩ أسابيع على حرارة ٤٠ْ ف وبعد ذلك تنقل لمدة أسبوعين على حرارة ٧٠ْ ف.

١٢ - تحجر ، تحبب فصوص ثمرة الحمضيات
Sclerocystosis (Granulation)

يظهر هذا المرض على شكل جفاف الحويصلات والأكياس العصيرية، لهذا المرض عدة أسماء مثل التبلور، التفلن، Koasarn. تصبح الأكياس العصيرية متطاولة ولونها رمادي أو أبيض تماماً، جافة متماسكة ذات جدر قاسية وذات ملمس حبيبي، تكون الثمرة صلبة القوام الا أنها خفيفة الوزن. هذا المرض شائع في الأصناف ذات الثمار الكبيرة سريعة النمو والنامية في المناطق الساحلية وتقطف متأخرة وكذلك يتاخر شحنها. إن القطف المبكر، الرش قبل الجمع بمادة 2,4- D واستعمال الليمون كأصول جذرية يمكن أن يخفض شدة المرض.

يمكن أن يظهر المرض بينما الثمار على الأشجار ويزداد بسرعة خلال التخزين. إن إنفصال الخلايا (شكل ٦٥) عن بعضها البعض يسهل دخول الهواء معطياً الأكياس اللون الأبيض بالرغم من أن الأكياس جافة وصلبة الا أنها تحتوي نسبة رطوبة أعلى من الأكياس السليمة.

١٣ - مرض البتيكا في الحمضيات
Peteca Citrus Disease

تتميز أعراض مرض البتيكا بظهور تنقرات عميقة أو إنخفاضات كبيرة على سطح قشرة ثمار الليمون (شكل ٦٦) تحدث أحياناً بعد قطف الثمار، يمكن أن تحدث قبل قطف الثمار خاصة بعد الرش الغزير بالزيوت. تكون الخلايا تحت النقرة جافة ومنكمشة تكون في البداية ذات لون فاتح ثم تصبح غامقة اللون، تبدو طبقة الفلافيدو حاملة الزيت الخارجية عادية فوق المنطقة الداخلية المنكمشة ولكنها تجف أخيراً وتنهار مسببة دخول فطريات العفن. هناك أسباب عديدة للمرض ولم يقطع بواحد منها، هذه الأسباب تشمل إنخفاض درجة الحرارة، استعمال زيوت أو شمع بكثافة، سوء التهوية في المخزن وتراكم الميثايل أو كحول الايثايل، التنفس غير الهوائي الذي يحدث للثمار أثناء التخزين. هناك دراسة قديمة سنة ١٩٦٩ تذكر أن سبب مرض البتيكا في الحمضيات هو تراكم أو كسالات الكالسيوم أو مركبات الكالسيوم غير الحرة في قشرة الثمرة.



شكل٦٦: أعراض أمراض الحمضيات. على الشمال الغشاء المصبوغ، على اليمين تبقع المخزن أما في الوسط أعراض مرض البتيكا.

١٤- الغشاء المصبوغ في الحمضيات
Membranous Stain

يظهر هذا المرض على شكل مناطق بنية الى سوداء على الأغشية أو جدران الكرابل (الاعضاء الانثوية للزهرة) ولكن القلب المركزي قد لا يكون مصبوغاً أو يمكن أن يصبح مصبوغاً. لا تظهر أعراض خارجية مرئية: هناك أمراض عديدة مثل البثرات، البتيكا، البطش الحمراء والبيبو البني كلها تكون مرافقة لمرض الغشاء المصبوغ (شكل ٦٦) لأنه يناسبها نفس المسببات. إن منع التخزين على حرارة أقل من ٥٥ْ ف والتهوية الجيدة في المخزن تقلل حدوث المرض.

١٥ - التلون البني في منطقة البيدو في الحمضيات
Albedo Browning in Citrus

يظهر هذا المرض على شكل تلون قشرة الليمون أو منطقة البيدو باللون البني. يتكشف هذا المرض عند تخزين الثمار على درجة حرارة منخفضة جداً وسوء تهوية خاصة في الثمار التي تخزن وهي ذات لون أخضر داكن أو غير ناضجة ويبدو أن هذا المرض له علاقة بالتنفس غير الطبيعي في المخزن.

١٦ - بقعة الورقة السوداء في الصليبيات
Black Leaf Speck of Crucifers

يصيب هذا المرض الكرنب، القرنبيط ونباتات أخرى من العائلة الصليبية. يظهر المرض خلال التخزين والشحن الى السوق ويتميز بظهور بقع صغيرة رمادية الى رصاصية تميل الى اللون الاسود على الاوراق.

١٧ - القلب البني في التفاح والكمثرى
Brown heart of Apple and Pears

سبب هذا المرض خسائر كبيرة في استراليا أثناء شحن التفاح الى بريطانيا، يعزى هذا المرض الى زيادة ثاني أكسيد الكربون في الأوعية الناقلة يكون مترافقاً بنقص في تركيز الأكسجين. تكون الاضرار كبيرة إذا كانت كمية ثاني أكسيد الكربون كبيرة ودرجة الحرارة منخفضة حيث أن ثاني أكسيد الكربون ليس له تأثير عند درجات الحرارة المرتفعة ولكن اضراره تظهر في الحرارة المنخفضة.

تظهر الأعراض على شكل تلون بني فاتح يكون بالقرب من منطقة البذور في التفاح والكمثري يمكن أن تمتد هذه المنطقة حتى تشمل مساحة واسعة من قلب الثمرة. لا يظهر المرض من خارج الثمرة ولكن اذا قطعت الثمرة يلاحظ القلب البني. يكون طعم الثمرة المصابة غير مقبول.

هناك مظهر آخر من مظاهر المرض يسمى التلون البنى الداخلي في التفاح الاصفر حيث تكون الأعراض على شكل خطوط بنية في لب الثمرة تنطلق كالاشعة من مركز الثمرة. يعزى هذا المظهر من المرض الى التخزين في مخازن مبردة غير الموصى بها والمناسبة لتخزين التفاح.

ثانياً: اضرار التبريد
Chilling Injuries

تعتبر اضرار التبريد مشكلة كبيرة أثناء التعامل مع المنتجات النباتية بعد الجمع لانها تشكل عقبة في طريق حفظ الاجزاء النباتية لمدة طويلة، وحيث لا يوجد طريقة غير التبريد لاطالة عمر هذه المنتجات النباتية. إن اضرار التبريد مختلفة بشكل أساسي عن اضرار التجميد Freezing. إن التبريد Chilling يقصد به أن تنخفض درجة الحرارة الى درجة تكون أعلى من نقطة تجمد أنسجة النبات المراد حفظه بالتبريد.

إن اضرار التبريد هي المسئولة عن الخسائر الاقتصادية الكبيرة خلال التخزين والنقل لكثير من ثمار الفواكه والخضراوات خاصة عندما يكون وقت النقل طويلاً بشكل غير مناسب. تصبح المشكلة عويصة بشكل خاص في حالة نقل أنواعاً مختلفة من الفواكه والخضراوات في نفس وسيلة النقل حيث أن لكل نوع درجة حرارة مثلى يخزن عليها وبسبب أن التبريد العادي لا يستعمل عادة، فان معظم الفواكه والخضروات الاستوائية لا تدخل تجارة عالمية ما لم يكن جمعها وتخزينها بالطريقة المثلى خاصة الموز.

الاعراض : -

في الجدول التالي ملخصاً للأعراض المرئية التي تسببها درجات الحرارة المنخفضة. إن ظهور الأعراض الداخلية والمرئية لأضرار التبريد تختلف حسب نوع الثمار، بينما يبدو أن التنقر يحدث في ٦٠٪ من الثمار، الا أن المظهر المائي وفشل النضج الطبيعي هي أكثر وضوحاً في الثمار ذات القشرة الرقيقة نسبياً أو القشرة الطرية مثل الطماطم، الخيار والباباي.

تختلف أعراض أضرار التبريد باختلاف النسيج المتضرر. كما ذكر فان التنقر هو أكثر الأعراض وضوحاً في الفواكه مثل الليمون، الجريب فروت، المانجو أو الافوجادو والتي فيها تكون الثمرة مغطاة بقشرة صلبة وسميكة. إن المظهر المائي كما في حالة الطماطم وتنقر الغلاف الثمري كما في الفلفل أو التلون السطحي العام كما في الموز تكون سائدة عندما تكون

القشرة رقيقة أو تكون بنفس ليونة لب الثمرة. أما المظهر الدخاني يلاحظ في تبريد الموز ويمكن أن يتسبب عن فقد سلامة الغلاف في خلايا البشرة وبالتالي يزداد دخول الاكسجين الى الخلايا. تتأكسد التنينات وتظهر على شكل أجسام محببة سوداء والتي تصبح معتمة عندما تلتحم مع بعضها البعض وهذا يسبب تلوث سطح الثمرة. لقد وجد أن أكسدة التنينات الحادثة في تبريد ثمار الموز تتراكم حول الأنسجة الوعائية. أما في الليمون والجريب فروت فان الخلايا الموجودة بين الأوعية والبشرة تصبح متقلصة بسبب جفاف الأنسجة. وعلى أية حال فانه من المفروض أن التنقر، المظهر المائي أو تلون سطح الثمرة هي مظاهر ثانوية لعمليات أساسية يمكن اعتبارها أساسيات أعراض التبريد.

العوامل التي تؤثر على اضرار التبريد

١ - النضج :

جدول يبين أعراض اضرار التبريد على الثمار والفواكه

نوع الثمار	درجة الحرارة عند بداية التبريد ف	الأعراض
١ - الافوجادو أ- الهندي	٥٠ - ٥٢	تنقر، تلون لب الثمرة باللون البني بالقرب من البذرة أو في الأنسجة بين القشرة والبذرة.
ب - الأصناف الاخرى	٤٠ - ٤٣	تفشل المنطقة بين البذرة والجلد في أن تصبح طرية عندما تنقل الى حرارة أعلى، طعم ردىء، يتكشف أشرطة وعائية بنية المظهر.
٢ - الموز	٥٥	تظهر خطوط بنية تحت البشرة، سائل شفاف، فقد في الطعم، تأخير في النضج، تصلب في المشيمة، يبدأ بناء التنينات، يظهر لون الجلد كاكي، ينقلب شيء قليل من النشا الى سكر، إنخفاض في مستوى حمض الاسكوربيك، يظهر بطش خضراء داكنة على الجلد، تصبح الاصابع هشة سريعة الانكسار.

٣ – الخيار	٤٠ – ٤٣	تظهر مناطق مائية داكنة اللون وتصبح الثمار سريعة الاصابة بالأعفان.
٤ – جريب فروت	مختلفة	تنقر في منطقة الفلافيدو في الثمرة، نادراً ما ترتفع الغدد الزيتية فوق المناطق المنخفضة، تلون متماثل تماماً.
٥ – الليمون	٥٠ – ٥٣	تنقر في منطقة الفلافيدو، بطء التلون الأخضر، تصبح الغدد الزيتية أعمق من المناطق المحيطة بها، يظهر نقر بنية محمرة، يتكون غشاء بني بين فصوص الثمرة.
٦ – الليمون الحامض	٤٠ – ٤٣	يظهر نقر في أنسجة القشرة على شكل بقع غائرة بنية والتي يمكن أن تلتحم لتشكل بطش غير منتظمة الشكل.
٧ – المانجو	٤٠	إنخفاض حلاوة الثمرة، الجلد يصبح داكن اللون، نضج غير طبيعي، بطش بنية.
٨ – الباباي	٤٣	تثبيط النضج، تنقر في الجلد يصبح لحم الثمرة مائي تفشل الأنزيمات في تحويل السكروز الى سكر مختزل.
٩ – الاناناس	٤٣	يضعف النضج يصبح لون القشرة بني أو داكن، لون الثمرة مائي، ذبول التاج أو يسهل نزعه، ظهور بقع خضراء، تفشل الثمرة في أن يتكون فيها طعم اللب جيداً.
١٠ – البطاطس	٥٢	يتكشف في الدرنات حلاوة غير مرغوبة، تلخذ اللون الغامق عند تحميرها في صناعة الشبس، ترتفع نسبة السكريات المختزلة.
١١ – البطاطا الحلوة	٣٢	تلخذ اللون البني بسرعة عند قطعها، يزداد نزوح أيونات البوتاسيوم يقل امتصاص الماء، تنخفض قدرتها على تثبيط أندول استك أسد.
١٢ – الطماطم	٤٥	تفشل في أن يتكشف اللون الأحمر، تزداد قابليتها للاصابة بالفطر الترناريا يظهر جيوب بيضاء صغيرة في الجلد في الطماطم الخضراء تكون عادة بالقرب من الطرف الزهري

الجدول مأخوذ من كتاب Pantastico (1968)

أ - الموز : -

إن الثمار الناضجة بغض النظر عن الصنف هي أقل حساسية لاضرار التبريد من الثمار غير الناضجة الخضراء. وجد أن اضرار التبريد تبدو واضحة بعد ١٦ يوم من التخزين على الدرجات المنخفضة حتى عند تخزين الثمار على درجات الحرارة الموصى بها ٥٦ْ ف.

ب - الحمضيات : -

وجد أن الجريب فروت المقطوف مبكراً في الموسم كان أكثر قابلية للتنقير وأن هذه القابلية تقل كلما تقدمت الثمرة في النضج، وأن القابلية للاصابة بالاضرار تتأثر بطول الموسم والنمو والصنف. اذا كانت الثمار غير ناضجة (فصل الصيف) لا يظهر عليها أعراض اضرار التبريد، ولكن تظهر الاعراض على الثمار المقاربة للنضج. أما ثمار الليمون الحامض الصغيرة ٢٠ - ٢٢ جرام كان فيها ٩٠.٩٪ تتنقر بعد ثلاثة أسابيع من التخزين على حرارة ٤٠ْ ف أما الثمار الأكبر فكانت أقل حساسية للأضرار ويبدو ذلك واضحاً على الثمار التي هي أقل من ٣٢ جرام.

جـ - الطماطم : -

أما في الطماطم فان نضج الثمار يؤثر على حدوث اضرار التبريد. وجد أن الطماطم القرنفلية اللون الموضوعة في علب كرتون يمكن تبريدها مسبقاً من ٩٣ - ٤٧ْ ف في ٢١ ساعة عن طريق تمرير هواء ذو درجة حرارة ٣٢ْ ف. عندما تحفظ الثمار ثلاثة أيام على ٤٥ْ ف فان الثمار يكون فيها ٤٠ - ٧٠٪ ذات لون أحمر واذا حفظت ٣ أيام على ٥٥ْ ف يكون هناك ٦٣ - ٧٥٪ ملونة. هذا يعني أن التحكم في درجة الحرارة أدق من التحكم في النضج. لقد وجد في بعض الأبحاث أن حفظ الطماطم القرنفلية اللون على درجة ٣٢ْ ف لمدة ٦ أيام ثم تترك لتنضج ثم تنقل على ٧٢ْ ف لم يظهر عليها أعراض ضرر التبريد. ومن التجارب العديدة على الطماطم وجد أن اضرار التبريد تتكشف بطيئاً أو لا تتكشف اذا كانت ثمار الطماطم ناضجة. اذا كانت الثمار تامة النضج فانها تعامل على درجة حرارة ٣٢ْ ف لمنع حدوث ظاهرة فوق النضج.

٣ - الحرارة : -

وجد أن الحرارة المتوسطة في بعض الحالات تسبب اضراراً أكثر للتبريد منها في كل من الحرارة المرتفعة او الحرارة المنخفضة. إن التنقرات على الجريب فروت تتكون نادراً بعد ٤ – ٦ أسابيع اذا خزنت على درجة ٣٢ْ ف أو حرارة ٥٠ْ ف ولكن درجة الحرارة المتوسطة تسبب غالباً تنقرات كثيرة. اذا حفظت على درجة حرارة الغرفة العادية تظهر التنقرات بشكل كبير خاصة اذا كانت محفوظة قبل ذلك على درجة ٣٢ْ ف. إن الاضرار التي تحدثها الحرارة المتوسطة تتعلق الى حد ما مع طول فترة الحفظ. بعد فترة حفظ طويلة في المخزن فان الاضرار تتناسب عكسياً مع الحرارة بسبب أن الحرارة المنخفضة تتسبب في تكشف الاضرار ببطء.

التحكم في اضرار التبريد
Controll of Chilling Injuries

لا يوجد هناك وسيلة متوفرة لتقليل اضرار التبريد في الفواكه والخضراوات سوى تنظيم الحرارة والتشميع Waxing. هناك فائدتان اساسيتان يمكن توقعهما بالتحكم بالتبريد. إن الفواكه الحساسة للتبريد يمكن أن تعامل نفس معاملة الفواكه الأقل حساسية والمتحملة لحرارة المخزن المنخفضة وكذلك يمكن اطالة مدة حياتها.

وجد أن حفظ ثمار اللوزيات على درجات حرارة ٣١ْ ف لمدة ٤ – ٥ أيام ثم بعد ذلك حفظها على درجة حرارة ٤٦ْ ف يقلل من اضرار التبريد. وجد أن تأثير الخفض التدريجي لدرجة الحرارة قبل التخزين يتعلق بعمليات الميتابولزم في الثمرة.

أما بالنسبة للرطوبة النسبية فوجد أن الثمار المخزنة على حرارة مناسبة ورطوبة نسبية ١٠٠٪ تكون الاضرار أقل ما يمكن، فوجد مثلاً أن ثمار الفلفل المخزنة ١٢ يوم على حرارة ٣٢ْ ف، ٨٨ – ٩٢٪ رطوبة نسبية كان بها ٦٧٪ تنقر مقارنة مع ٢٣٪ تنقر على رطوبة نسبية ٩٦-٩٨٪ على نفس الحرارة والمدة.

كذلك فان تشميع ثمار الجريب فروت وثمار الخيار تقلل من أعراض التنقير الناتجة من اضرار التبريد وذلك بسبب قلة فقد الماء. اما بالنسبة لجو المخزن فقد وجد أن نسبة ٧٪ اوكسجين كانت المثلى لتقليل اضرار التبريد.

لقد قام Burgis سنة ١٩٧٠ في دراسة تربية أصناف مقاومة للتبريد في الطماطم ولكن لغاية الان لم أحصل على دراسات وافية في هذا الموضوع.

ميكانيكية أضرار التبريد
Mechanism of Chilling Injuries

أجريت دراسات عديدة ومستفيضة لمعرفة كيفية حدوث اضرار التبريد، وهذه الدراسات موسعة ومفصلة في كتاب Pantastico سنة ١٩٧٥ والذي يهمنا في أمراض النبات النثر اليسير وهي : -

وجد أنه عندما عزلت الميتوكندريا من ثمار جريب فروت متأثرة بالتبريد وثمار أخرى لم تخضع للتبريد وتحددت نسبة P/O، وجد أن نسبة P/O للثمار المحفوظة على ٤٠° ف كانت منخفضة أكثر من تلك المحفوظة على درجة ٦٠° ف. إن كمية ATP تنخفض بشدة في ثمار الجريب فروت خلال أول أسبوعين عند ٤٠° ف. ان الإنخفاض المستمر في كفاءة الثمرة في الأكسدة الفسفورية Oxidative phosphorylation يحدث عند التعرض لدرجات حرارة منخفضة وهذا يؤدي الى نقص في الطاقة المرتفعة خاصة ATP الضرورية لبقاء التعضي في الخلية في وجود العمليات الأنزيمية وهذا باستمرار يميل الى تحطيم النظام الأنزيمي ويتبع ذلك تحطيم المكونات الخلوية المعقدة بسبب نقص الطاقة. كذلك فان هذا يؤدي الى زيادة نفاذية أغشية الخلية وزيادة قابليتها للتعفن وزيادة استهلاك الاكسجين وتجمع نواتج التمثيل الغذائي. إن نقص ATP يكون متبوعاً بتنقر في القشرة وهذا يكون بسبب تجمع المواد السامة المتطايرة تحت الكيوتكل والذي ينطلق خلال الأغشية المنفذة. هذه المتطايرات تشمل أسيت الدهيد، ويمكن أن تنشأ من أكسدة بعض المواد التي تستعمل كمصدر ضعيف للطاقة.

ثالثا: امراض غير مؤكدة المسبب
Uncertain Causes Diseases

هناك عدة أمراض مذكورة في بعض الكتب الا أن هذه الأمراض لم يذكر الباحث السبب الأصلى أو المؤكد لها وانما تعزى الى عديد من الأسباب وتحتاج الى دراسات وافية أخرى حتى نتأكد من السبب الأصلي للمرض. وإني فضلت أن أجمع هذه الأمراض في نهاية الكتاب حتى تكون كمجموعة واحدة يسهل الوصول إليها. وأن لا نُحرم الفائدة منها.

١ - امراض الخس

أ - التلون البني لحواف اوراق الخس Lettuce Marginal Browning

يتميز هذا المرض بظهور اصفرار يكون متبوعاً بتلون بني أو موت وتحلل موضعي في أطراف اوراق الخس الملفوفة. إن ظروف النمو غير المناسبة وظروف النقل والتخزين غير المناسبة أيضاً والتي تسرع الشيخوخة يمكن أن تكون هي الأسباب الأساسية لهذا المرض. وبالتالي فان التحكم في هذا المرض يكون بتنظيم أسباب ظهور الشيخوخة. إن التبريد أثناء النقل، التبريد الملائم، التبريد قبل التسويق، ازالة الأوراق القديمة والتخلص من الخس الذي جاوز مرحلة النضج كل هذه الأمور يمكن أن تقلل من حدوث التلون البني لحواف الخس.

ب - العرق القرنفلي Pink Rib

إن رؤوس الخس المصابة بمرض العرق القرنفلي تكون فيها الأوراق ذات عرق وسطي قرنفلي، متعرج ذو ملمس صلب (متعرج وصلب بللوري). إن رؤوس الخس التي وصلت مرحلة فوق النضج والمحفوظة مدة طويلة في المخزن تظهر مرض العرق القرنفلي بشدة كبيرة. طرق التحكم في المرض تشبه ما ذكر سابقاً.

جـ - التبقع ذو التلون الخشن Russet spotting

يشمل هذا المرض عدة أنواع من التلون تبدأ من الحقل أثناء النقل والتخزين ولكن التمييز بين هذه الفترات الثلاثة في ظهور المرض غير مؤكد. تشمل مجموعة أعراض التلون الخشن :

التلون البني للعروق، القلب الأحمر، التلون البني الداخلي، البقعة البنية، اللفحة البنية أو التحلل في المخزن. بشكل عام تكون الأعراض مختلفة وتأخذ شكل بثرات غير منتظمة يتراوح لونها من الأصفر الخفيف أو القرنفلي الى البني الداكن تظهر على العرق الوسطي، العروق الثانوية والأنسجة بين العروق.

إن جمع الخس وخاصة الرؤوس الناضجة وتنظيف وقطع الاوراق الزائدة واستعمال وسائل النقل المبردة أثناء النقل والتسويق والتبريد قبل التسويق يمكن أن يقلل حدة المرض.

ء - **تلون العرق** Rib Discoloration

تظهر اوراق رؤوس الخس المصابة بالمرض ذات لون أصفر كريمي أو ذات مناطق بنية فاتحة. يكون هذا غالباً على الأوراق الخارجية في الرؤوس. تصبح المناطق المصابة بشدة بنية محمرة، بنية خضراء أو بنية غامقة، تحتل هذه المناطق ١ -٣ إنش في الطول وحوافها ٣/٤ إنش في العرض. من المعتقد أن المرض يبدأ من الحقل ويتكشف أثناء النقل والتخزين.

٢ - القشرة المنقطة في الجريب فروت
Rind Stipple of Grapefruit

كان مرض القشرة المنقطة لعدة سنوات مضت يعزي الى عوامل مختلفة مثل الاصابة الفيروسية او الاحتراق الناتج عن الرش، الضباب الدخاني، الحرارة المنخفضة المترافقة مع تكوين الجليد. تتكون الاعراض من نقر مفردة صغيرة متحللة والتي تلتحم مع بعضها البعض في بعض المناطق لتشكل نقر أوسع . اذا بدأت الاضرار عندما تكون الثمرة خضراء فان كل نقرة لا تلبث أن تحاط بهالة خضراء والتي تدوم لمدة من الزمن بعد أن تكون الثمرة وصلت طور النضج وأخذت اللون الاصفر. تختلف الاضرار الفسيولوجية لهذا المرض عن الاضرار المشابهة له والمتسببة عن فيرس، في أن العرض الفيروسي يكون على شكل حلقات هذه الحلقات ليست مكونة من نقر مفردة وإنما من حلقة متصلة منخفضة والتي فيما بعد تصبح بنية متحللة موضعياً. يبدو أن تكوين الجليد والعوامل الاخرى ليست ضرورية لحدوث المرض.

لغاية سنة ١٩٨٠ لم يمكن احداث المرض في المعمل ولكن وجد في بعض التجارب أن للمرض علاقة مع الطقس البارد أثناء وجود الثمرة على الشجرة حيث وجد أنه أكثر كثافة على الثمار التي على جانب الشجرة المواجه للرياح الباردة اكثر منه في الجانب المواجه للشمس. هناك إقتراحات بأن للمطر أو الري الغزير، الرطوبة النسبية العالية وعدم صفاء الجو ودرجة الحرارة تأثير في حدوث المرض.

عند صفاء الجو وحدوث إشعاعات والجو بارد فان سطح الثمرة يفقد الحرارة بسرعة أكثر من الحصول عليها من داخل الثمرة. عندما تصل الحرارة ٤م فان الماء في عصارة الخلية في قشرة الثمرة يكون في أعلى كثافة وتنكمش بشرة القشرة إلى أقصى حد ممكن (أصغر حجم) بحيث لا يكون هناك ما يقابله من شد للخلايا تحت البشرة ويكون نتيجة ذلك إنبثاق بعض محتويات الخلية خلال الثغر والتي تسبب اضرار لسطح القشرة. هناك تفسيرات عديدة بأن هذه المواد المنبثقة من الخلية تسبب الاضرار لاحتوائها على مواد سامة أو لأسباب فيزيائية أو كيميائية أخرى.

وجد أن تظليل الثمار ورشها بمادة Triumph oil-lime Sulfur يخفض من إتجاه الثمرة ليتكشف عليها الضرر الا أنه لا يستعمل الآن بسبب ما تحدثه من سمية

٣ - البقعة البنية الباطنية في الاناناس
Pineapple Endogenous Brown Spot

يحدث هذا المرض في الثمار الطازجة يسبب خسائر كبيرة. يتميز هذا المرض في مراحله الأولى بتكوين بقع مائية في قواعد الثمار الصغيرة بالقرب من قلب الثمرة. بزيادة شدة المرض تتسع البقع وتتحول الى اللون البني، بزيادة المرض أكثر تتحول البقع الى اللون الداكن ويمكن أن تلتحم مع بعضها لتشكل كتلة سوداء في قلب الثمرة. هذا الطور من المرض يسمى القلب الأسود في الاناناس. تستبعد الثمار المصابة من التصنيع والتعليب. لا يوجد أعراض خارجية مرئية قبل أن تقطع الثمرة وهذا يجعل استبعاد الثمار المصابة صعباً.

يمكن أن يتكشف مرض البقعة البنية في الثمرة اذا خزنت الثمار في مخازن باردة، ولكن هناك بعض الابحاث تذكر أنه يحدث في الشتاء أكثر منه في أي الأوقات الاخرى ولكن مع ذلك فانه يحدث في الصيف أيضاً. هناك دراسات كثيرة على هذا المرض الا أنها (لغاية علمي أنا) لم تثبت أن المرض يتسبب الا عن الحرارة المنخفضة.

أمكن احداث المرض في المعمل عن طريق تخزين ثمار الاناناس في مخازن ٤٥ – ٦٠° ف لمدة أسبوع ثم بعد ذلك توضع الثمار على درجة حرارة الغرفة العادية ٧٧° ف لعدة أيام. تخزين الثمار في الثلاجة أو في الغرفة العادية لا يسبب حدوث المرض.

٤ - عفن الطرف القلمي في ثمار الحمضيات

Stlar-End Rot of Citrus

إن مرض عفن الطرف القلمي شائع في الليمون بأنواعه. تظهر الاعراض (شكل ٨) على شكل مناطق غائرة والتي تكون صلبة أو جلدية ثم تجف تماماً. تبدأ هذه المناطق على شكل لطخ مائية بيضاء الى لون أسود فاتح على قاعدة قمة القلم في الثمرة تتسع لتشمل ربع الثمرة أو نصفها أما من الداخل فتكون البشرة ذات أنسجة جافة منهارة.

لا يوجد سبب محدد ومعين لهذا المرض (لغاية الان). يمكن تقليل حدوث المرض عن طريق قطف الثمار عند إبتداء نضجها. مقاومة اي سبب يؤثر على جذور الشجرة (سواء كانت كائنات حية أو اضرار فسيولوجية) تخفيض رطوبة التربة كل ذلك يقلل من حدوث المرض. الا أنه لوحظ في كاليفورنيا بعد حدوث درجات حرارة عالية. أمكن احداث المرض في المعمل عند تعرض الثمار لدرجة حرارة ٤١° م لمدة ١٨ ساعة.

٥- تجعد ثمار البرتقال (تغضن)

Creasing of Orange Fruit

تظهر أعراض هذا المرض (شكل ٩) على شكل اخاديد ممتدة في إتجاهات مختلفة على سطح ثمرة البرتقال حيث تسمى هذه الظاهرة تغضن ثمرة البرتقال او تقشر Puffing، الا أن

كلمة تقشر تستعمل لتصف الثمرة ذات القشرة السميكة سهلة القشر. يظهر التغضن نتيجة لانفصال في منطقة البيدو albedo يمتد ليغطي الفلافيدو Flavedo. يعتقد بان هذا المرض يكون نتيجة ظروف المناخ والتربة حيث أنهما يوجهان فسيولوجية الثمار بعد النضج. إن فترات الجفاف مع بطء النمو في الصيف المتبوعة بجو رطب أو تقلبات واسعة في رطوبة التربة يؤكدان حدوث تغضن الثمار في بعض السنوات. وجد بعض الباحثين أن هناك علاقة بين المرض ومحتوى الأوراق من الفسفات.

يزيد المرض بزيادة الفسفات من الكمية غير الكافية الى الكمية الزائدة عن حاجة النبات. هناك من يعتقد بأن العوامل الوراثية لها علاقة بالمرض.

٦- مرض جلد الزرافة في التانجرين

Zebra - Skin of Tangerines

كان أول وصف لهذا المرض سنة ١٩٦٠. تظهر الأعراض على شكل مناطق داكنة غائرة تتخللها مناطق من لون جلد الثمرة وبالتالي تظهر الثمرة كجلد الزرافة. وجد أن الضرر يتعلق بنظام الرطوبة في البستان وظروف الانضاج الصناعي. وجد أن الضرر يكون عالياً في (١) البساتين المروية بغزارة (٢) أثناء اطالة فترة الانضاج الصناعي (٣) في حالة الانضاج باستعمال كمية عالية من C_2H4 (٤) في حالة الثمار كاملة النضج والتلوين عند خلطها مع أخرى خضراء أثناء الانضاج الصناعي (٥) استعمال الخشونة في التعامل مع الثمار أثناء مسحها أو تعبئتها في الصناديق أو أثناء القطف.

٧- التحلل الداخلي للمانجو

Mango Internal Breakdown

كان أول ذكر لهذا المرض في الهند ويظهر بشكل خاص في الصنف الفونس. يوجد للمرض عدة أسماء منها : التحلل الداخلي، النسيج الاسفنجي، القلب الطري. تبدو الثمار من

الخارج سليمة. يمكن ملاحظة المرض عند قطع الثمرة، يكون واضحاً أيضاً في الثمار نصف الناضجة أو الناضجة. يتميز المرض بظهور النسيج الداخلي بلون أصفر باهت وقوام اسفنجي او ناعم وقد تكون ذات طعم ردىء.. يبدأ التحلل وظهور الأعراض في الأنسجة الملاصقة للنواة الحجرية وينتشر تدريجياً الى المحيط. في الحالات الشديدة فان جميع لحم الثمرة يصبح ناعم جداً ومشابه لأعراض العفن البكتيري. في دراسة اجريت سنة ١٩٧١ Subramanyam *et al* أعطت دليلاً على أن ٢٥ – ٣٠٪ من محصول المانجو صنف الفونس قد أصيب بالمرض وأن الطرق الوقائية لم تكن ناجحة.

٨ - القمة السوداء في المانجو
Mango Black Tip

يظهر هذا المرض على شكل موت موضعي وتحلل في القمة وتظهر بلون أسود في ثمار المانجو، هذا المرض منتشر في الهند وفي بعض الولايات المتحدة الامريكية وخاصة في البساتين القريبة من أتونات القرميد والطوب حيث يحدث في هذه البساتين خسائر كبيرة سنويا. يظهر منطقة مبيضة شاحبة في الطرف البعيد من الثمرة بعد ٣ – ٤ أيام من عقد الثمار، تزداد بالتدريج في الحجم وتشمل قمة الثمرة ويبدأ فيها التحلل والموت الموضعي وكثيراً ما يكشف عن نواة الثمرة نظراً لتحطم الأنسجة الخارجية. لا تنضج الثمرة المصابة جيداً تصبح المنطقة المصابة صلبة وسوداء.

إن هذا المرض شائع في كثير من أصناف المانجو ويطلق عليه عدة أسماء منها تحلل وموت ثمار المانجو، مرض القمة السوداء، اسوداد لب قمة المانجو. وجد في بعض الابحاث أن هذا المرض يمكن مقاومته بالرش بالبورون إبتداءاً من طور الزهرة. في حين أن Nauriyal *et al* سنة ١٩٧٢ ذكر أن رش أشجار المانجو بمحلول مائي من Na OH ، Na_2CO_3 يقلل الخسائر المتسببة عن هذا المرض ولقد ذكر أن هذه المحاليل تعادل السمية الناتجة من التفاعل الحمضي لأدخنة مصانع القرميد.

٩ - التحلل الشمعي في الثوم

Garlic Waxy Breakdown

يصاب الثوم بهذا المرض في كل من ايطاليا وكثير من ولايات امريكا. تظهر الأعراض على شكل اصفرار شمعي على فصوص الثوم يكون تحته تحلل في النسيج العصاري. يكون النسيج لزج الى حد ما او شمعي عند لمسه ولكن يكون الفص سليماً. لا يظهر على السطح الخارجي أي آثار للتحلل.

١٠ - التحلل الداخلي البني في الرمان

Pomegranate (Internal Breakdown)

يتميز هذا المرض في الرمان بظهور أغلفة البذور (حبات الرمان) بلون فاتح عديم النكهة وذو مظهر مخطط. تخرج خطوط بيضاء في جميع الاتجاهات من البذرة الى الجدار الخارجي أو الغلاف الذي يحيط بحبات الرمان.

١١ - تشقق ثمار الرمان

Pomegranate Splitting

إن تشقق ثمار الرمان وهي لاتزال على الأشجار خلال فترة النضج صفة تظهر في حالات كثيرة من الرمان. يعتقد أن هذه الظاهرة تتسبب عن تقلبات الرطوبة أو الرياح الجافة أو سوء الري. وحسب رأي المؤلف فانها صفة وراثية تتعلق بالتركيب الكيمائي لقشرة الثمرة، لانني شاهدتها في مناطق لا تتوفر فيها الاسباب المذكورة أعلاه. يبدأ التشقق بعد أن تتعدى الثمرة نصف حجمها الطبيعي. تسبب خسائر في المحصول لأن الثمار تتكسر أثناء الجمع والتسويق ولأنها تسبب سهولة دخول الكائنات المرضة والحشرات وتتعفن الثمرة.

١٢- تشقق ثمار التين

Figs Splitting

يحدث خسائر كبيرة في بساتين التين وأثناء التسويق أيضاً نتيجة حدوث شقوق في ثمرة التين. هذه الشقوق تبدأ من قمة الثمرة (فتحة تلقيح الأزهار). قد تكون التشققات عميقة الى منتصف الثمرة أو قد تقسم الثمرة الى عدة أقسام منفصلة لغاية حامل الثمرة. قد ترجع أسباب المرض الى الامطار او الرطوبة او الطقس البارد ويعتقد المؤلف أنها صفة وراثية مرتبطة ببعض الأصناف ولا تظهر في أصناف أخرى. هذه الصفة تتحكم بالتغيرات الكيميائية والفسيولوجية أثناء النضج.

«تم بحمد الله وتوفيقه»

المراجع

Abilay, R. M. 1968. Chilling injury in banana fruits. *Philippine Agric.* 51 (9) 757.

Anderson, E. M. 1946. Tipburn of lettuce. N. Y. (cornell) *Agri. Expt. Sta. Bull.* No. 829.

Barnell, H. R., and Barnell, E. 1945. Studies in tropical fruits. *Ann. Bot.* 9, 77.

Barry, J. R., and Patterson, D. R. 1965. Some effects of a chilling temperature on IAA inactivation by sweet potato root tissue. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 86, 542.

Brooks, C., and McColloch, L. P. 1936. Some storage diseases of grapefruit. *J. Agric. Res.* 52, 319.

Burgis, D. S. 1970. Fruit chilling and ripening studies for evaluation of breeding of fresh market tomatoes. *Proc. Fla. Sta. Hort. Soc.* 83, 135.

Cahoon, G. A., Grover, B. L., and Eaks, I. L. 1964. Cause and control of oleocellosis on lemons. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci* 84, 188.

Chattpar, H. S., Mattoo, A. K., and Modi, V. V. 1971. Biochemical studies on chilling injury in mangoes. *Phytochemistry* 10, 1007.

Collin, G. H., and Wiebe, J. 1966. Blotchy ripening of tomatoes. *Publ. Ont.* Dept. Agric. No. 355.

---------------, and *et al.* 1966. Influence of light and temperature on blotchy ripening of greenhouse tomatoes. Rep. *Ont. Hort. Expt. Prod. Lab.* 1965, p. 80.

Conover, R. A. 1950. Studies of stylar-end rot of Tahiti limes. *Proc. Fla. Sta. Hort. Soc.* 63, 236.

Cortez, T. L. 1972. Factors affecting firmness of fruits. Undergraduate Thesis Univ. Philippines Coll. Agric., Coll., Laguna.

Dalal, V. B., and Subramanyam, H. 1970. Refrigerated storage of fresh fruits and vegetables. *Climate Control* 3 (3), 37.

Friedman, B. A. 1954. Brown spot complex of head lettuce on eastern markets. *Plant Dis. Repter.* 38, 847.

Gliuka, Z., and Reinhold, L. 1962. Rapid changes in premeability of cell membranes to water brought about by CO_2 and O_2 *Plant Physiology*. 37, 481.

Iwata, T., and Ogata, K. 1967. Studies on the chilling injury of Citrus natsu daidai fruits in storage. *Bull. Univ. Osaka Pref., Ser.* B. p. 127.

Rozukue, N., and Ogata, K. 1971. Physiological and chemical studies of Chilling injury in pepper fruits during storage. *J. Jap. Soc Hort.* Sci. 40, 300.

Mathur, P. B., Singh, K. K., and Kapoor, N. S. 1953. N. S. 1953. Cold storage of mangoes. *Ind. Z. Agric. Sci.* 23 (1) 65.

Morris, L. L., and Platenius, H. 1938. Low temperature injury to certain vegetables. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 36, 609.

Okubo, M., and Maezawa, T. 1965. Studies on the prolongation of marketing life of fresh fruits and vegetaables. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 34, 334.

Pantastico, ER. B., Grierson, W. and Soule, J. 1966. Peel injury and rind color of "Persian" limes as affected by harvesting and handling methods. *Proc. Fla sta. Hort.* Sci. 79, 338.

---------------, ---------------, ---------------, 1968. Chilling injury in tropical fruits *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 11, 82.

---------------, 1968. Postharvest physiology and storage of fruits. *Philippine Agric.* 51 (9), 697.

---------------, 1970. Low - temperature breakdown of tropical fruits and Vegetables during storage. *Precis* in *Proc. 18th Int. Hort.* Cong 1, 16.

Yoshioka, K., and Honda, K. 1972. Biochemical studies on changes in quality of postharvest fruits during storage. *J. Food Sci.* Tech. (Japan) 19, 131.

هذه القائمة من المراجع تشترك فيها جميع الأبواب فى الكتاب
وهى اضافة لما ذكر في آخر كل باب

Agrios, G. N. 1988. "Plant Pathology" Academic Press New York 800 pp.

Bilgrami, K. S., and H. C. Dube. 1982. "Modern Plant Pathology" 5th ed. Ram Printograph, Okhla, New Delhi. 345 pp.

Bradshaw, L. J. 1966. "Introduction to molecular biology techniques" Prentica-Hall, England, New Jersey 450 pp.

Heald, F. D. 1963. "Manual of Plant Diseases" Eurasia Publishing House Pub. Ltd. Ram Nagar New Delhi. 953 pp.

Hill, A. C., M. R. Pack, M. Treshow, R. J. Powns and L. G. Transtrum. 1961. Plant injury induced by ozone. *Phytopathol.* 51 : 356.

Levitt, J. 1973. "Responses of plant to Environmental Stresses" Academic Press New York. 697 pp.

Martin, B. 1978. "The scientific Principles of crop protection" 6th. ed. Edward Arnold London. 423 pp.

Noble, W. 1965. Smog Damage to Plants Lasca Leaves 15 : 24.

Pantastico, E. R. B. 1975. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical Fruits and vegetables. The Air Pubblishing company, Inc. 650 pp.

Peace, T. R. 1962. "Pathology of trees and shrubs, with special reference to Britain. Oxford Univer. Press New York. 753 pp.

Singh, R. S. 1985. "Plant Diseases" 5th ed. Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi. 608 pp.

Sprague, Howard B. 1964. "Hunger signs in crops" 3rd ed. Mckay New York. 461 pp.

Reuther, W. Clair Calavan *et al.* 1978. "The citrus Industry" Volus 4 : 362 pp.

Treshow, M. 1970. "Environmental and Plant Response" McGraw-Hill Company. London. 422 pp.

Walker, J. C. 1969. "Plant Pathology" 3rd ed. McGraw-Hill Book Company London 819 pp.

المراجع باللغة العربية استعملت في معظم الأبواب

١ – ابو عرقوب، محمود موسى – ١٩٩٣. أمراض النبات. مترجم عن كتاب أجريوس الصادر سنة ١٩٨٨. الناشر المكتبة الاكاديمية – القاهرة – الدقي – الكتاب ١٤٠٠ صفحة.

٢ – أبو عرقوب ، محمود موسى – ١٩٨٢ امراض النبات غير الطفيلية – مذكرات جامعية – كلية الزراعة جامعة قاريونس – ليبيا

٣ – أبو عرقوب ، محمود موسى – ١٩٨٠ منظمات النمو وعلاقتها بأمراض النبات – منشورات جامعة قاريونس – ليبيا – الكتاب ٣٠٠ صفحة

٤ – أحمد ، محمد بكر، ١٩٧٤ – التغذية المعدنية للنبات – مذكرات جامعية – كلية الزراعة – جامعة القاهرة.

٥ – احمد، محمد بكر – ١٩٧٢ – مذكرات في مباديء فسيولوجيا النبات – كلية الزراعة – جامعة القاهرة.

٦ – العروسي ، ابراهيم واخرون ١٩٧٥ – امراض النبات – دار المطبوعات الحديثة – الاسكندرية مصر.

٧ – السواح . محمد وجدي ١٩٦٩ – امراض نباتات الزهور والزينة والتنسيق الداخلي. الناشر دار المعارف مصر – الكتاب ٨٠٢ صفحة

٨ – السواح، محمد وجدي، ١٩٦٥ – أمراض أشجار الفاكهة وطرق مقاومتها.

الناشر دار المعارف مصر. الكتاب ٤٧٥ صفحة.

٩ – المالح، عبدالقادر عبدالرواف ١٩٩٢. امراض الأشجار. ترجمة عن كتاب. روبرت وبلانكارد. الصادر سنة ؟؟. منشورات جامعة عمر المختار – ليبيا – الكتاب ٣٥٤ صفحة.

١٠ – جمال الدين، ابراهيم واخرون – ١٩٨٦. اساسيات امراض النبات – مترجم عن كتاب دانيال روبرت الصادر سنة ١٩٨٤. الناشر الدار العربية للنشر والتوزيع الكتاب ٥١٠ صفحة.

١١ - مصطفى، توفيق، المومني، أحمد الرداد، ١٩٩٠. آفات الحديقة والمنزل. الناشر الدار العربية للنشر والتوزيع - القاهرة - روكسي. الكتاب ٣٦٠ صفحة.

١٢ - عبدالوهاب، أحمد ١٩٩٣. بحث عن تلوث البيئة بالامطار الحمضية في مصر. (تحت الطبع كلية الزراعة مشتهر - جامعة الزقازيق مصر).